



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en  
S.M.P – 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Cajusol Zevallos, Jean Paul (ORCID: 0000-0002-8376-4131)

**ASESOR**

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

A Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres Rubén Cajusol y Elba Zevallos, por su sacrificio y apoyo incondicional para poder alcanzar mis metas.

A mi hermano por lo que representa para mi y por ser parte importante de mi vida.

Esto es para ustedes

## **Agradecimiento**

A Dios por brindarme salud y protección todos los días de mi vida.

A mis padres por su esfuerzo día a día y por haberme brindado todo lo que he necesitado a lo largo de mi carrera, su ayuda ha sido fundamental para la culminación de mi Tesis.

A mis hermanos por la confianza y motivación para culminar con éxito mi carrera universitaria.

A una persona que me ha acompañado desde hace 5 años brindado todo su amor, ayuda, comprensión. Liz... gracias por todo.

Gracias a todos

## INDICE

<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimiento</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>II. MÉTODO</b> .....	41
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	42
2.2. Operacionalización de variables.....	43
2.3. Población, muestra y muestreo.....	46
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	48
2.5. Procedimiento.....	49
2.6. Métodos de análisis de datos .....	50
2.7. Aspectos éticos .....	50
<b>III. RESULTADOS</b> .....	51
<b>IV. DISCUSION</b> .....	92
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	95
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	98
<b>REFERENCIAS</b> .....	100
<b>ANEXOS</b> .....	107
ANEXO 1: Operacionalizacion de variables .....	108
ANEXO 2: Matriz de Consistencia .....	109
ANEXO 3: Validación de fichas de recolección de datos .....	110
ANEXO 4: Certificados de Calibración de Equipos .....	114
ANEXO 5: Certificado de licencia del software Etabs – CSI Computers and Structure Inc. ....	118
ANEXO 6: Certificados de ensayo de esclerometría .....	119
ANEXO 7: Certificado estudio de suelos .....	135
ANEXO 9: Fotografías del estudio de suelos- UCV.....	139
ANEXO 10: Fotografías de levantamiento de planos de las viviendas.....	140
ANEXO 11: Fotografías del ensayo de esclerometría .....	142



ANEXO 12: Análisis de las viviendas .....	143
ANEXO 12: Pantallazo de turnitin.....	200

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Cinturón del Fuego del Pacífico.....	11
<i>Figura 2:</i> Colapso de una vivienda autoconstruida por el sismo de Pisco – 2007.....	12
<i>Figura 3:</i> Presencia de juntas frías en columna y losa .....	22
<i>Figura 4:</i> Cangrejeras en viga de concreto armado.....	22
<i>Figura 5:</i> Continuidad estructural .....	23
<i>Figura 6:</i> Ausencia de junta sísmica .....	23
<i>Figura 7:</i> Mano de obra deficiente en viviendas autoconstruidas.....	26
<i>Figura 8:</i> Mapa de zonificación del Perú.....	27
<i>Figura 9:</i> Zona de estudio.....	46
<i>Figura 10:</i> Límites de la Urb. Virgen del Rosario II etapa.....	52
<i>Figura 11:</i> Toma de medida de una columna .....	53
<i>Figura 12:</i> Levantamiento de planos en la urb. Virgen del Rosario.....	53
<i>Figura 13:</i> Ensayo de esclerometría en campo en columna.....	54
<i>Figura 14:</i> Ensayo de esclerometría en viga.....	54
<i>Figura 15:</i> Microzonificación Sísmica de San Martín de Porres, fuente: CISMID .....	55
<i>Figura 16:</i> Calicata insitu - Urb. Virgen de Rosario II etapa.....	56
<i>Figura 17:</i> Análisis Granulométrico realizado en el laboratorio de la UCV .....	57
<i>Figura 18:</i> Clasificación de la muestra.....	57
<i>Figura 19:</i> Vista de irregularidad por esquinas entrantes .....	65
<i>Figura 20:</i> Espectro de diseño - NTP E030 "Diseño Sismorresistente" .....	67
<i>Figura 21:</i> Verificación de la irregularidad torsional con el software ETABS .....	68
<i>Figura 22:</i> Desplazamientos absolutos obtenidos por el software ETABS .....	69
<i>Figura 23:</i> Distorsión de entrepiso X,Y - Vivienda N°1 .....	73
<i>Figura 24:</i> Gráfico de distorsiones - Vivienda ( 1-5).....	79
<i>Figura 25:</i> Gráfico de distorsiones - Vivienda ( 6-10).....	80
<i>Figura 26:</i> Gráfico de distorsiones - Vivienda ( 11-16).....	80
<i>Figura 27:</i> Gráfico de distorsiones - Vivienda ( 17-21).....	80
<i>Figura 28:</i> Gráfico de distorsiones "Y" - Vivienda ( 1-5).....	81
<i>Figura 29:</i> Gráfico de distorsiones "Y" - Vivienda ( 6-10).....	82
<i>Figura 30:</i> Gráfico de distorsiones "Y" - Vivienda ( 11-16).....	82
<i>Figura 31:</i> Gráfico de distorsiones "Y" - Vivienda ( 17-21).....	83

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Factores de zona "Z"</i> .....	27
Tabla 2: <i>Clasificación de los perfiles suelos</i> .....	28
Tabla 3: <i>Factor de Suelo</i> .....	28
Tabla 4: <i>Períodos "Tp" Y "TL"</i> .....	28
Tabla 5: <i>Categoría de la Edificación</i> .....	29
Tabla 6: <i>Sistemas Estructurales</i> .....	31
Tabla 7: <i>Irregularidades Estructurales</i> .....	32
Tabla 8: <i>Cargas Vivas mínimas repartidas</i> .....	33
Tabla 9: <i>Coeficiente CT</i> .....	35
Tabla 10: <i>Límites para la distorsión del entrepiso</i> .....	37
Tabla 11: <i>Operacionalización de variables</i> .....	45
Tabla 12: <i>Descripción de la vivienda N°1</i> .....	58
Tabla 13: <i>Zonificación de la urb. Virgen del Rosario</i> .....	62
Tabla 14: <i>Desplazamientos maximos "X"- Vivienda N°1</i> .....	72
Tabla 15: <i>Distorsión de entrepiso "X"- Vivienda N°1</i> .....	72
Tabla 16: <i>Desplazamientos máximos "Y"- Vivienda N°1</i> .....	72
Tabla 17: <i>Distorsión de entrepiso "Y" - Vivienda N° 1</i> .....	73
Tabla 18: <i>Resumen de todas las viviendas - cortante basal</i> .....	74
Tabla 19: <i>Densidad de muros, según la NTP 070 Albañilería</i> .....	76
Tabla 20: <i>Resumen de todas las viviendas - Distorsión en "X-Y"</i> .....	77
Tabla 21: <i>Resumen - Distorsión en "X-Y"</i> .....	79
Tabla 22: <i>Resumen de todas las viviendas - Desplazamientos en "X-Y"</i> .....	84

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como principal objetivo determinar de qué manera el análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019. La investigación fue de tipo aplicada – cuantitativa – experimental, con niveles descriptivo y explicativo. Para el desarrollo de esta investigación, se tomó como muestra de 21 viviendas autoconstruidas de tres niveles, debido a que se aplicó la técnica de muestreo probabilístico. Se realizaron los planos de la configuración estructural de cada vivienda, además se realizaron los ensayos no destructivos de esclerometría a los elementos de concreto armado y ensayos de suelos para conocer las características del suelo. Posteriormente se realizó el análisis sísmico para evaluar el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas. De la evaluación, se determinó que el 95.24 % de las viviendas en la dirección X toman una cortante que varía entre 75t tn – 175tn, además se determinó que el 100% de las viviendas no cumplen con la densidad de muros en dicha dirección, por lo tanto, se verificó que las viviendas presentan deficiencias estructurales. Así mismo se determinó que las viviendas autoconstruidas 71.43% de las viviendas autoconstruidas en la dirección X, no cumplen con la distorsión permisible “0.005”, debido a que en dicha en dicha dirección no cuenta con suficiente rigidez lateral, por lo tanto, se verifica que las viviendas autoconstruidas no tienen la estructuración adecuada como lo indica la norma. Finalmente se determinó que el 71% de las viviendas en la dirección X tienen desplazamientos importantes que evaluar (1cm a 4 cm), debido a que en la realidad las viviendas no cuentan con la junta sísmica. Por lo tanto, según la evaluación se determinó que las viviendas autoconstruidas de tres niveles presentan un inadecuado comportamiento sísmico, lo que hace que sean vulnerables ante un evento sísmico.

**Palabras clave:** Comportamiento sísmico, viviendas autoconstruidas, análisis sísmico.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to determine how the analysis of seismic behavior influences the evaluation of three-level self-built homes in S.M.P-2019. The research was applied - quantitative - experimental, with descriptive and explanatory levels. For the development of this research, it will be considered as a sample of 21 self-built houses of three levels, because the probabilistic sampling technique was applied. The plans of the structural configuration of each house will be used, in addition the non-destructive sclerometry tests to the concrete elements assembling and soil tests will be carried out to know the characteristics of the soil. Subsequently, the seismic analysis was performed to evaluate the seismic behavior of the self-built homes. From the evaluation, it was determined that 95.24% of the houses in the X direction take a shear that changes between 75t tn - 175tn, in addition 100% of the homes that do not depend on the density of walls in said direction were determined, by therefore, it was verified that the houses present structural deficiencies. Likewise, it was determined that self-built homes 71.43% of self-built homes in the X direction, do not have the permitted distortion " 0.005 ", because in said direction there is not enough lateral stiffness, therefore, verify that self-built homes do not have the proper structure as indicated by the standard. Finally, 71% of the houses in the X direction were determined to have significant displacements that they evaluate (1cm to 4cm), because in reality the houses do not have the seismic joint. Therefore, according to the evaluation, it was determined that the three-level self-built homes have a seismic behavioral behavior, which makes them vulnerable to a seismic event.

**Keywords:** Seismic behaviour, self-built houses, seismic analysis.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el mundo han sucedido grandes eventos sísmicos en estos últimos años, estos mismos que han puesto en evidencia que tienen un poder devastador durante su ocurrencia, ya sean estos países desarrollados o no. Estos eventos sísmicos tienden a tener un efecto negativo como económico y social significativo, ya que, tras después de su ocurrencia, deja como consecuencia grandes pérdidas económicas, y en el peor de los casos pérdidas humanas como producto del colapso de diferentes tipos de edificaciones existentes.

En relación a nuestro país; el Perú es uno de los países con un alto índice de ocurrencia de un terremoto de gran magnitud, debido que este se encuentra ubicado sobre la zona llamada cinturón del fuego del pacífico esta misma que se encuentra en toda la costa del océano pacífico; esta es una de las zonas donde se registran una altísima actividad sísmica y volcánica, y se identifica por concentrar las más importantes zonas de subducción en todo el mundo, como ejemplo tenemos en la costa peruana la zona de subducción donde interactúan las placas de Nazca y Sudamericana, donde la placa de Nazca se introduce (subduce) en la placa Sudamericana por ser más densa que esta, esta colisión o interacción de placas ha tenido como consecuencia que nuestro país se encuentre constantemente en peligro sísmico.

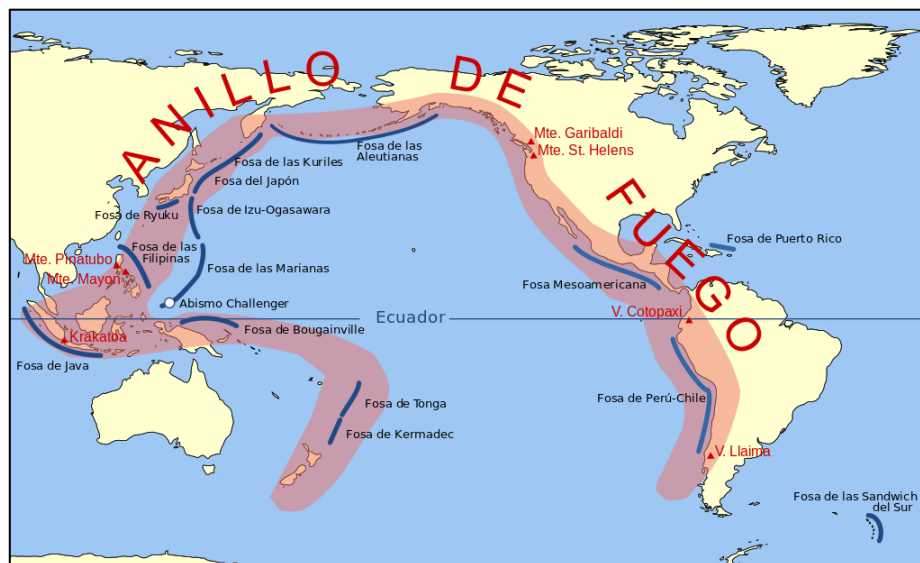


Figura 1: Cinturón del Fuego del Pacífico

A pesar de que existe peligro sísmico preocupante y que representa una amenaza para nuestro país, actualmente en el Perú miles de viviendas se construyen por medio de la autoconstrucción, sobre esta realidad que vivimos la Cámara Peruana de la Construcción – CAPECO estima que el 70% de las viviendas son construidas por este medio de la autoconstrucción, debido a que se tiene los prejuicios de lo caro que puede ser de contar con

un proceso formal, es decir no gestionan una licencia de construcción, no cuentan con profesionales calificados para su construcción y no contar con ningún proceso de supervisión por ninguna autoridad , por consiguiente este tipo de viviendas necesariamente serán vulnerables ante la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud.



*Figura 2:* Colapso de una vivienda autoconstruida por el sismo de Pisco – 2007

En este caso se toma como investigación el distrito de San Martín de Porres ya que existe mucha informalidad en sus construcciones, por lo que se ha tomado como zona de estudio la urbanización Virgen del Rosario, ya que en este lugar la mayoría de las viviendas se construyeron sin criterios técnicos, con materiales de baja calidad, sin un profesional que lleve a cabo el proceso de construcción , con la finalidad recabar información de las viviendas de cómo se comportarían ante un evento sísmico, por ello esta investigación busca conocer el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas, para así tener información para posibles soluciones económicamente sustentables para la población investigada.



(FLORES FERREIRA Y SCHIAVO RUIZ, 2015). En su tesis titulada “Análisis de riesgo en viviendas informales de mampostería confinada de bloques de arcilla en la ciudad de Caracas ante amenazas sísmicas”. El objetivo general de la investigación fue evaluar el riesgo en el que se encuentran las viviendas informales de mampostería confinada de bloques de arcilla en la ciudad de Caracas ante las amenazas sísmicas. La metodología utilizada fue, primero analizar y determinar las características de los sismos de Venezuela para la evaluación y realización de modelos estructurales con el software SAP2000, implementando la información analizada de las funciones espectrales de respuesta para las diversas zonas de la ciudad, las causas que originan que se incremente la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de las edificaciones, las características y los problemas constructivos de las viviendas consultada a profesionales y levantamientos in-situ. Se concluyó según los resultados de la investigación que las resistencias a la compresión de las viviendas no cumplieron con los límites permisibles por las normativas venezolanas, luego según el modelamiento en el programa computacional SAP2000 se observó que el sistema constructivo de las viviendas informales es parcialmente estable, por consiguiente, se dedujo que son capaces de resistir las fuerzas sísmicas cotidianas a las que se ven expuestos.

El aporte del citado autor, indica que para mejorar el comportamiento estructural o por lo menos retardar el colapso de las viviendas, de modo que los habitantes tengan el tiempo suficiente de evacuar, se debe utilizar por partes de los constructores mallas electrosoldadas o geotextiles, que se relacione en conjunto con los frisos de espesores controlados, entre 8 a 10 centímetros de espesor, en todo el largo de los muros de mampostería, con la finalidad de poder incrementar las propiedades mecánicas de estas viviendas, esencialmente la resistencia a la tracción de los bloques.

(MARTINEZ CUEVAS, 2014) En su tesis titulada “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación en la ciudad de Lorca, región de Murcia”. La investigación tuvo como objetivo general, ayudar con la reducción de la vulnerabilidad sísmica que tras un sismo se observan daños que son relacionados con los parámetros urbanísticos para así identificarlos y mejorarlos. La presente investigación desarrolla una metodología empírica para reconocer y especificar los parámetros urbanísticos, en cual se realizó la inspección de campo para la recolección de datos, en el levantamiento “in situ” de las 816 edificaciones estudiadas, definiendo su tipología constructiva y sus parámetros urbanísticos, fueron esenciales para obtener un

conocimiento detallado y veraz de las edificaciones ya con ello se puede desarrollar una base de datos profunda y completa. Se concluye que, en el aporte del citado autor indica que, desarrollar métodos para analizar el comportamiento sísmico de forma que se pueda añadir las características de los espectros de capacidad para analizarlos en conjunto con las edificaciones, específicamente las cuales dependan directamente con el daño.

(MEJÍA VALLADARES, 2018). En su tesis titulada “‘Estudio estructural de mampostería confinada en ladrillo para viviendas emergentes en la zona de pedernales’”. El objetivo principal de la investigación fue que en las viviendas construidas de mampostería confinada se realizara una evaluación estructural con el fin de conocer cómo se comportarían ante un evento sísmico, así mismo adquirir la aplicabilidad y la disminución de la vulnerabilidad de las estructuras ante eventos sísmicos. La metodología desarrollada fue definiendo el comportamiento que tendrá la estructura construida con mampostería confinada, partiendo con la propuesta que se definió con las características de la zona de Pedernales, con la finalidad de poder identificar posibles fallas en el planeamiento y ejecución del diseño, para luego proponer o recomendar en posibles nuevas edificaciones. Se concluyó en la presente investigación que los muros de mampostería confinada no cumplieron con lo especificado de la norma, ya que en los resultados los valores no cumplieron con los mínimos establecidos.

El aporte del citado autor indica, que se debe promover procesos normalizados y mayor interés en el proceso de construcción, ya que para que se pueda llevar a cabo una buena construcción se debe contar con una buena calidad tanto como en los materiales como en lo constructivo, para así cumplir con las exigencias mínimas que establece la norma, además recomienda para futuras investigaciones realizar una propuesta normativa sobre mampostería confinada específica para el país.

(MOROCHO ARENILLAS, 2018). En su tesis titulada “‘Aplicación de métodos simplificados para la predicción de daño sísmico en estructuras de baja altura’”, tesis para optar el grado de Maestro en métodos matemáticos y simulación numérica en ingeniería. El objetivo general de la investigación fue de determinar el desempeño de la mampostería de edificaciones de baja altura bajo solicitaciones sísmicas en la ciudad de Cuenca, Ecuador. El desarrollo de esta edificación se da mediante un modelo de propuesta matemático para predecir el desempeño de edificaciones de mampostería confinada frente a cargas laterales,

que se analizara mediante un comportamiento no lineal, cuyo estudio se basa en el grado en que se desplazara un nodo de control, a consecuencia de un incremento progresivo de cargas sísmicas. El autor tuvo como conclusión, que las viviendas de mampostería confinada en la ciudad de Cuenca no colapsarán frente a un sismo, así mismo se mostró que el desempeño de las edificaciones en la dirección de análisis “y” tuvo una resistencia lateral mayor es decir, fue más rígido, ya que en los resultados mostraron que en esa dirección se tiene más muros y estas no presentaron discontinuidad.

El aporte del citado autor indica, que el estudio realizado demostró que el nivel de resistencia de las edificaciones no necesariamente dependerá de las propiedades de los materiales utilizados, sino que este componente trabaja en conjunto con otros factores, tales como la geometría de la edificación y el comportamiento estructural, por lo que sería importante continuar con la investigación, así mismo realizar para el desarrollo ensayos experimentales para obtener resultados con más fiabilidad.

(SAÉNZ MUÑOZ, 2018). En su tesis titulada “Curvas de fragilidad de estructuras de albañilería confinada empleando la base de registros sísmicos chilenos” para optar el título profesional de ingeniería civil. El objetivo principal de la investigación una metodología que permita conseguir las curvas de fragilidad de forma automática para cualquier estructura que es evaluada en el análisis lineal o no-lineal en el programa computacional SAP2000, dado una serie de registros sísmicos chilenos. La metodología desarrollada en la investigación fue primero describir los registros sísmicos integrados y que fueron empleados en el estudio para la obtención de las curvas de fragilidad, con ello se emplea un análisis lineal y no-lineal del modelo de una estructura de albañilería confinada, que fue modelado en el software SAP2000, para finalmente determinar las curvas de fragilidad como resultados del modelo del análisis lineal y no-lineal. Se concluyó en la presente investigación que en las estructuras de albañilería confinada existe un buen comportamiento sísmico, siempre y cuando el modelo que determine bajo las normas de diseño establecidos.

El aporte del citado autor indica, la metodología a ser utilizada para emplear curvas de fragilidad para el resto de las tipologías con todas sus variantes, esta herramienta no tiene mínimos en su capacidad y queda aprovechable para la querencia de cualquiera a emplear en el estudio de albañilería confinada para la obtención de curvas de fragilidad.

(PONTE VEGA, 2017). En su tesis para optar el título de ingeniero civil “Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia-Lima 2017”. La investigación tuvo como objetivo general determinar el comportamiento, realizando el análisis del diseño estructural, de como tendrá un efecto de mejora con la vida útil de viviendas informales de albañilería confinada, la metodología empleada fue de tipo Aplicada-no experimental-cuantitativa, que se basó en describir y analizar con el fin de poder dar una solución a la mejora de este tipos de viviendas. En los resultados se obtuvieron de acuerdo a la modelación en el ETABS que las viviendas autoconstruidas que fueron sometidas a fuerzas sísmicas presentaron un deficiente comportamiento ante el evento sísmico, esto se debe a un mal diseño sísmico, por ende el proceso de construcción deficiente, baja calidad de los materiales, la dosificación del concreto inadecuada en lo que afectaría en la baja resistencia del concreto. Por consiguiente, el autor concluyo que después de un levantamiento in situ de todos los elementos que componen esta vivienda, se encontraron con fallas en el comportamiento estructural determinando que la vivienda no tiene la capacidad de resistir las fuerzas sometidas del sismo.

El aporte del citado autor indica, que se debe realizar un diseño de reforzamiento estructural en las viviendas estudiadas que cumplan con las normas vigentes. Además, relacionado con las etapas del proceso constructivo se debe contar con profesionales especializados y un buen control de calidad en cada etapa de la construcción.

(VILLALTA PALOMINO, 2018). En su tesis titulada “Placas de concreto armado para la mejora del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Carabayllo, Lima 2018”. El objetivo de la tesis fue evaluar el efecto que tienen las placas de concreto armado en la disminución del riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas. El autor de la investigación realizo una metodología que se basa en el análisis lineal considerando 2 criterios las cuales son de rigidez y resistencia. Para ello se realizó la inspección en campo para elaborar los planos de la configuración estructural de las 3 viviendas, para ello utilizo una ficha de recolección de datos donde se anotaron las medidas de los elementos estructurales (viga, columna y muro de albañilería), para luego realizar el análisis sísmico lineal de las tres viviendas intervenidas. Concluyo que el tipo de reforzamiento de placas de concreto armado es una opción de eficacia comprobada, ya que realizado el análisis, los desplazamientos máximos de las viviendas sobrepasaban el límite permisible  $0.0129978 >$

0.007 establecido por la norma E030-Diseño Sismorresistente, sin embargo empleando el reforzamiento de placas de concreto se redujeron los desplazamientos máximos de las viviendas autoconstruidas en un 45% a comparación de las viviendas sin utilizar el reforzamiento.

El aporte del citado autor, indica que la utilización de elementos como placas de concreto armado es eficaz, ya que los desplazamientos máximos disminuyen considerablemente y de la misma cumpliéndose lo que indica la norma E030-Diseño Sismorresistente, además cabe resaltar que recomienda realizar ensayos que determinen la resistencia del acero en las viviendas existentes, ya que es un material importante para la evaluación estructural de cualquier tipo de estructura de concreto armado.

(SURICHAQUI GUERREO, 2018). En su tesis titulada “Reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la zona N° 5 del distrito de Ate, Lima 2018”. Como objetivo principal de la investigación fue calcular el tipo de reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas de la zona n° 5 del distrito de Ate. La investigación es de tipo cuantitativo, donde se realizó un análisis sobre las deficiencias estructurales, constructivas y arquitectónicas de 10 viviendas autoconstruidas, para la recaudación de datos se empleó una ficha técnica, para luego ser procesadas y evaluadas en fichas de reporte donde se presentaron propuestas de reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas. Los resultados obtenidos determinaron que las viviendas autoconstruidas en el lugar mencionado tienen suelo rocoso y la mayoría de relleno, deficiencias estructurales y reforzamiento estructural bajo. La investigación concluyó que las viviendas cuentan con defectos en su construcción, y por ello estas son altamente deficientes ante un evento sísmico pudiendo llegar a colapsar.

(TINOCO YURIVILCA, 2013). Realizó la investigación titulada “Evaluación de los problemas de ubicación y configuración estructural en viviendas autoconstruidas en el distrito de ATE”. La investigación tuvo como objetivo general evaluar las viviendas autoconstruidas existentes para aportar en una mejora en el futuro, la metodología empleada se fue desarrollando primero realizando un trabajo de campo de observación de la zona intervenida en la investigación para la recaudación de datos para ser procesadas, luego se tomó 6 viviendas con la autorización de los propietarios para la toma de datos, se realizó un levantamiento de los planos, ya que este tipo de viviendas carecen de estos, con ello se

realizó el modelamiento de 2 viviendas con características de las viviendas analizadas. En los resultados se obtuvieron que el 86% de los encuestados construyeran sus viviendas sin criterios profesionales en las etapas de diseño y proceso constructivo. El autor concluyo, que el 92% de las viviendas estudiadas no son simétricas, en cuanto la relación largo/ancho de la estructura el 22% no cumple con la proporción recomendada.

El aporte del citado autor indica, que se deben tener en cuenta en la etapa de planeamiento criterios según su ubicación, configuración estructural, para minimizar daños cuando se da la ocurrencia de un sismo, en concordancia con la filosofía sismorresistente de la norma E030.

(VERA GONZALES, 2017). En su tesis titulada “Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida en el año 2012, sector camino real II, calle Tres Marias-Provincia de Jaén”. Como objetivo general de la investigación fue determinar para una vivienda con características de ser autoconstruida en el año 2012, su comportamiento ante la ocurrencia de un sismo en la provincia de Jaén. La metodología empleada en la investigación citada, fue realizar un análisis sísmico en que consiste en realizar un análisis lineal (estático y dinámico), siendo de importancia considerar el tipo de suelo determinado en el ensayo de laboratorio, y las fuerzas o cargas que intervienen sobre la estructura, donde se obtuvieron los resultados del análisis estructural que la cortante basal dinámica en la dirección X fue de 193.76 toneladas y en la dirección Y fue de 220.05 toneladas, y la cortante estática fue de 242.513 toneladas, por ello según la NTP E-030 no cumple con lo especificado de  $V_{din}=80\% < V_{est}$ . Se concluyó que la deriva fue de 0,008 y el desplazamiento máximo fue de 1.79 cm, esto quiere decir que no cumple con el límite permisible de distorsión de entrepiso, dando por concluir que la estructura no cumple la norma E.030.

El aporte del citado autor indica, que es de suma importancia la intervención de un profesional, con el fin de ser evaluada y ser reforzada para evitar daños considerables en un futuro.

(BLONDET, Marcial, et al, 2004) en su artículo “Seismic vulnerability of informal construcción dwellings in Lima, Perú” en la *13th World Conference on Earthquake Engineering*. El objetivo de esta investigación fue reunir información sobre las características constructivas, arquitectónicas y estructurales con el fin de conocer el

comportamiento ante la vulnerabilidad que tienen estos tipos de viviendas. El estudio se desarrolló seleccionando la zona de estudio, para la evaluación se tomó como muestra 100 viviendas con características similares, considerando la geología y topografía diferente, para dos condiciones de sismo (frecuente y raro), luego se realizó la encuesta donde se elaboraron formularios en donde se recolectaron los datos de cada vivienda, además se agregó un bosquejo de la estructura para luego procesar dicha información obtenida mediante un análisis sísmico que consistió en hacer una relación con el área de los muros existentes, con el área que se requiere para resistir cargas laterales fomentado por las 2 condiciones de sismo. Los autores concluyeron que para las 2 condiciones de sismo se obtuvieron los mismos resultados, este resultado mostro que casi el 50% de las viviendas encuestadas no tienen un buen comportamiento ante cargas laterales sísmicas, por ello estas viviendas son deficientes ante la ocurrencia de un sismo, ya que estas sufrirán daño significativos y además podrían llegar al colapso durante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, para esto los autores recomendaron para estos resultados preliminares que se realice algún tipo de mejora o reforzamiento para mejorar el comportamiento sísmico de estas viviendas informales, para evitar las pérdidas humanas debido al posible colapso de estas mismos.

(CONSTANTINESCU, Sonia, 2017), en su artículo científico “Study of Confined Masonry Buildings in Seismic Areas”, presentado por la revista *Energy Procedia*. El estudio tuvo como objetivo mostrar el logro del comportamiento dúctil deseado mediante un análisis no lineal, cuyo análisis se realizó con un modelo en 3D, ya que con este tipo de análisis se pudo mostrar la estructura en toda su capacidad para luego evaluar por modelos separados la ductilidad de cada muro. Se pudo concluir del estudio que el comportamiento es rígido para este tipo de edificios de baja altura, formado por la mampostería confinada, ya que el edificio estuvo compuesto por vigas de 30 cm de base y 45-50 cm de peralte, además de las columnas de 50 por 50 cm.

(EL-BETAR SAMEH, 2016), en su artículo científico presentado en la revista internacional *Science Direct* y titulado “Seismic Vulnerability evaluation of exiting R.C. buildingas”, que la investigación tuvo como objetivo la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de concreto armado, principalmente aquellas en las que no se aplicaron diseños o normas en su proceso de construcción, a partir de un gran sismo ocurrido en la ciudad de Egipto. El estudio se desarrolló realizando un análisis estático no lineal pushover, obteniéndose como resultado que muchas de las edificaciones se observaban significativas

deficiencias en el diseño y construcción de las estructuras, al observar que presentaban serios daños e incluso otros llegaron al colapso. En el artículo científico se concluyó que más del 80% de las edificaciones estudiadas necesitaran de reforzamiento para tener un buen comportamiento sísmico exitosa de un sismo de gran magnitud.

(MARCO TANGANELLI, *et al*, 2018), en su artículo científico “Public Housing in Florence: Seismic Assessment of Masonry Buildings” presentado por la revista *Procedia Structural Integrity*. El artículo científico tuvo como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de una edificación de mampostería perteneciente a la población de viviendas públicas de Florencia, para la veracidad del estudio se empleó un análisis estático no lineal, considerando la geología del suelo y las propiedades de esta misma. En el estudio realizado se concluyó que en relación al estado límite de seguridad de vida, los edificios superaron el límite de seguridad de acuerdo por la NTC 2008 para periodos de retornos que están en el intervalo de 350 años y 1200 años y en relación con el estado límite de limitación de daños, según el código para periodos de retorno que están en el intervalo de 100 años y 450 años las edificaciones superaron el nivel de seguridad, por lo tanto las edificaciones son compatibles con el estado limite indicado por la NTC 2008.

(LOPEZ, PUJADES Y CASTILLO, 2015), en su artículo científico “Urban non-engineered buildings in Mérida, Venezuela. Seismic performance and proposals for retrofit and for new construcción”, presentado por la revista *informes de la construcción*. La investigación tuvo como objetivo conocer el rendimiento sísmico del asentamiento informal en Mérida, el estudio se fue desarrollando primero definiendo el riesgo sísmico del asentamiento informal, luego se realizó la evaluación estructural para estudiar el comportamiento estructural de 4 edificaciones que representaron a la mayoría de las viviendas, para así consecuentemente proponer medidas de reforzamiento sísmico. Los autores de investigación concluyeron mediante la evaluación estructural y los tipos de código, que el comportamiento o rendimiento sísmico de las viviendas es deficiente, ya que se pudo observar que la fuerza fue excedida por las exigencias, pero no se observaron ninguna patología estructural.

(YADUNANDAN y KULDEEP, 2017), en su artículo científico “Study on behavior of RC structure with infill walls due to seismic loads”, presentado por la revista *Internacional Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. El estudio tuvo como objetivo



analizar el marco de concreto reforzado con relleno de ladrillo para determinar su comportamiento así mejorando la rigidez y la resistencia lateral del edificio. Para el desarrollo de esta investigación se empleó un modelo y análisis dinámico lineal para estudiar el comportamiento en donde se adoptó para el análisis el marco relleno con y sin apertura para el espectro de respuesta para luego comparar los resultados. Los autores concluyeron que el edificio tiene un mejor comportamiento como resultado de la utilización del relleno de ladrillo, en donde este tipo de sistema redujo las fuerzas sísmicas tanto en planta como en desplazamiento lateral.

Las viviendas autoconstruidas, “En los países en vías de desarrollo, la autoconstrucción de viviendas con tierra, adobe o ladrillo es muy frecuente, muchas de ellas se encuentran en zonas de alto riesgo sísmico” (Orta B., *et al*, 2015).

Las viviendas autoconstruidas son aquellos tipos de viviendas que son construidas de manera informal, es decir no contaron con una licencia de construcción, un profesional especializado para cada etapa en la construcción, materiales deficientes y mano de obra deficiente, y que estos no tienen los conocimientos que exige la norma para este tipo de construcciones.

Las tipologías de las viviendas, se puede decir que, “las viviendas se pueden construir con la siguiente tipología” (NTP A.020 – Vivienda, 2006, art. 3).

- Vivienda Unifamiliar: Es aquella vivienda que se edifica sobre un lote.
- Vivienda Multifamiliar: Una vivienda multifamiliar es aquella que en un solo lote se encuentran viviendas de 2 o más en un solo edificio que son de propiedad común, es decir que en cada nivel de la edificación se encuentra una vivienda.
- Conjunto Residencial: Un conjunto residencial son viviendas o edificios que son agrupados en un solo conjunto, estas viviendas suelen tener las mismas características como en acabados y estilos.
- Quinta: La quinta es aquella que consiste en dos o más viviendas que se dividen en lotes propios, en donde el acceso es común para todas las viviendas.

Los problemas constructivos, en estas viviendas con el tipo de construcción de materiales y mano de obra deficiente presentan problemas constructivos las cuales son:

La junta fría, según A. Torres, et al. (2016), “una junta fría en el concreto es ocasionado por la interrupción del vaciado del concreto por razones constructivas”, esto quiere que afecta de manera significativa al rendimiento o resistencia del sistema estructural, debido a la disminución de las propiedades del esfuerzo del sistema.



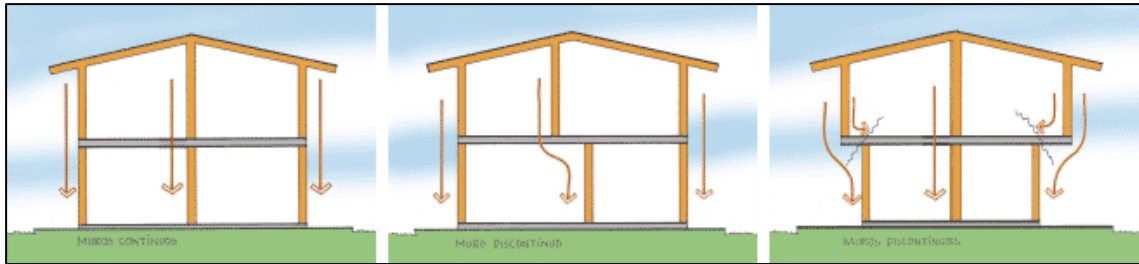
*Figura 3:* Presencia de juntas frías en columna y losa

Las cangrejeras en los elementos, se puede definir como zonas del elemento de concreto en donde se produjeron espacios o cavidades, ya sea por consecuencia de congestión del acero de refuerzo en el elemento, deficiente vibración al momento del vaciado en el elemento, el tamaño de los agregados, entre otros.



*Figura 4:* Cangrejeras en viga de concreto armado

La continuidad estructural, “se debe presentar tanto en planta y elevación, esto se realiza para evitar el cambio brusco de rigidez, que consecuentemente hace que se concentren esfuerzos en los que no está previsto en el diseño del elemento estructural y además la discontinuidad en la distribución de cargas laterales y de gravedad” (Castañeda y Bravo, 2017).



*Figura 5: Continuidad estructural*

La junta sísmica, “es una separación mayor desde el terreno natural, que se denomina junta de separación sísmica, esta junta cumple la función de evitar el golpeteo entre edificaciones vecinas, es decir que su respuesta ante la ocurrencia de un sismo sea independiente para cada estructura” (NTP E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 33).



*Figura 6: Ausencia de junta sísmica*

“La calidad en la construcción de una vivienda se tiene que realizar proceso a proceso; no necesariamente solo en los acabados” (Salvador y Solís, 2008). Así mismo, según Daysi López y otros, “la calidad en la construcción se conseguirá planificando con tiempo y hacer bien las cosas, y no con grandes inversiones” (2014, p.13). Esto quiere decir que la calidad en el proceso de construcción se entiende como un grupo de procesos, para certificar la calidad de la edificación que se realice; por tanto, se debe emplear un buen control de calidad de la edificación, desde la etapa de planeamiento hasta la fase de uso de la edificación. Para llevar a cabo este control las tareas indispensables que se deben realizar es: un plan de prevención, inspección o supervisión, ensayos para garantizar la calidad del proceso a ejecutar, etc. Estos procesos tienen un coste económico, según la norma ISO 9001 determina los costes de calidad, que van relacionado según las características que la obra requiere (dimensiones, uso, cliente, etc.), este costo aproximadamente va entre el 1% o 3% del coste de la obra.

Los materiales empleados, mayormente en construcciones de viviendas de albañilería confinada son:

- El cemento, según Daniel Bedoya, “para adherir agregados el cemento es un material con características y propiedades de cohesión y adherencia, esta al unirse con otros agregados conforma una aglomeración maciza con una adecuada durabilidad y resistencia” (2003, p. 170).

El cemento es uno de los más indispensables materiales que se utiliza en la construcción, ya sea empleados para viviendas, edificios, puentes, para todo tipo de construcciones.

- El agua, según Daniel Bedoya, “para la elaboración del mortero y el curado, el agua es indispensable porque la fluidez y la plasticidad aumentan una mejor manejabilidad, sin embargo, disminuye la resistencia de esta ya que se genera vacíos por el agua libre” (2003, p. 171).

Esto quiere decir que el agua es un componente esencial para el proceso de la construcción, ya que sus propiedades como en la elaboración del concreto, así como el curado de este mismo para poder cumplir con las normas de calidad que requieren en la construcción.

- Los agregados, se emplean constantemente en la construcción, estos son materiales granulares sólidos, estos mismos que según su nombre, se agregan al cemento y al agua para resultar morteros y concretos.
- El concreto, según Rodrigo Salamanca, “el concreto es un conglomerado de cemento, agregados (arena y piedra) y ocasionalmente por otro producto como lo aditivos” (2001, p. 34). Así mismo según Silverio Hernández, el concreto es un material de duradero, de bajo costo y variable” (2008, p. 306). Entonces se puede decir que el concreto es un material muy utilizado para la construcción de viviendas, ya que por su bajo costo y durabilidad, ha hecho que sea un material de disponibilidad para cualquier rango socioeconómico.
- El acero de refuerzo, según Zenaida Paulette y otros, “el acero como material del concreto armado, es importante en las construcciones para las zonas sísmicas, debido que su ductilidad hace que pueda absorber las deformaciones producidas y así evitando las pérdidas humanas durante la ocurrencia de un sismo” (2009, p. 60). Entonces el acero en la construcción, es el material con propiedades esenciales para edificaciones y obras que se realizan en la actualidad, este se utiliza para darle mayor seguridad a las construcciones, por lo general este material son especificados en los diseños, es decir en los planos de construcción, cabe resaltar que deben cumplir algunas normas, las cuales son: resistencia, ductilidad, dimensiones.
- El ladrillo, según Afanador, Nelson; et al. “el ladrillo se ha utilizado desde hace mucho tiempo, se emplea en obras civiles, especialmente en edificios, al ser este un material de bajo costo y esto se añade su disponibilidad geográfica”. (2012, p. 44).  
Esto quiere decir que el ladrillo es uno de los materiales que se ha empleado como elemento para la construcción desde hace muchos atrás. Este son masas de arcilla o barro que tienen forma rectangular, que esencialmente se utiliza para la construcción de muros.

La mano de obra, cumple un papel muy importante en la construcción, ya que este influye en el desarrollo de la obra o edificación que se esté realizando, por ello algunas empresas optan por mantener a su grupo de trabajo específico, capacitándolos frecuentemente con el fin de que resulte más eficiente en el desarrollo de la construcción.



*Figura 7: Mano de obra deficiente en viviendas autoconstruidas*

El comportamiento sísmico, según Sameh, El-Betar, “el comportamiento sísmico en una edificación, se debe lograr que la estructura no colapse bajo las cargas producidas por un sismo severo” (2017, p.171). Entonces se puede decir que las estructuras deben ser diseñadas para resistir un sismo, evitando el colapso de estas y así evitar pérdidas humanas como lo indica la filosofía sismorresistente. La mayoría de las viviendas autoconstruidas son de albañilería, por ello Astroza y Maximiliano (2004) dice que “el comportamiento de las viviendas de albañilería confinada dependerá de la calidad del muro de albañilería, de las medidas que deben tener los muros y del refuerzo en los elementos que trabajara para confinar dichos muros”.

Las consideraciones del análisis sísmico, son parámetros sísmicos las cuales se especifican en la norma E030-2018, las cuales son:

“La zonificación sísmica en el Perú se encuentra dividido por 4 zonas, estas zonas están determinadas según la aceleración máxima horizontal del suelo rígido con una posibilidad de ser excedida en un 10 % dentro de 50 años” (NTP E.030 – Diseño Sismorresistente, art. 10). La zonificación sísmica se puede entender como la cuantificación de los sismos que se clasifican en la energía que libera y por los daños que esta misma causa, considerando las propiedades físicas y mecánicas del suelo que transmiten las ondas sísmicas, las características de las construcciones de las edificaciones del país.

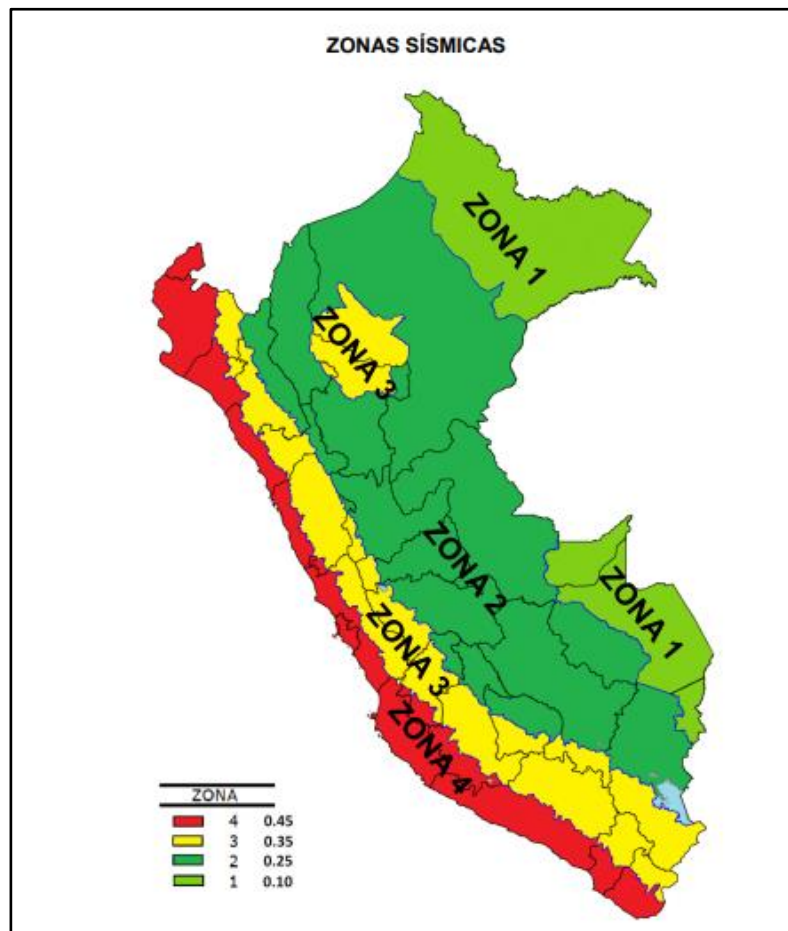


Figura 8: Mapa de zonificación del Perú

**Tabla 1:** Factores de zona "Z"

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Norma técnica E.030-Diseño Sismorresistente

Los perfiles de suelos, “para la clasificación de los perfiles de suelo se da considerando de cómo estos propagan a una velocidad determinada las ondas de corte” (NTP E.030–Diseño Sismorresistente, 2018 art. 12). Entonces podemos entender que la clasificación de los tipos de suelos se da por la forma de cómo transporta las ondas sísmicas a la superficie.

**Tabla 2:** Clasificación de los perfiles suelos

TIPO	DESCRIPCIÓN
S0	Roca Dura
S1	Roca o Suelos Muy Rígidos
S2	Suelos Intermedios
S3	Suelos Blandos
S4	Condiciones Excepcionales

Fuente: Norma técnica E.030-Diseño Sismorresistente

“Los parámetros de sitio se deben emplear para el análisis considerando las condiciones locales para un perfil adecuado, utilizando los valores de amplificación del suelo S siendo determinado por la zonificación, y los periodos TP y TL”(NTP E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018 art. 13).

**Tabla 3:** Períodos "Tp" Y "TL"

SUELO ZONA	So	S1	S2	S3
Z4	0.8	1.00	1.05	1.10
Z3	0.8	1.00	1.15	1.20
Z2	0.8	1.00	1.20	1.40
Z1	0.8	1.00	1.60	2.00



Fuente: Norma técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”

	PERIODO TP Y TL			
	PERFIL DE SUELO			
	S0	S1	S2	S3
TP	0.30	0.40	0.60	1.00
TL	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”

“El factor de Amplificación Sísmica (C), explica cómo la estructura responde a la amplificación de la aceleración del suelo, considerando los factores de los periodos según las características locales” (NTP E.030–Diseño Sismorresistente, 2018 art. 14). De acuerdo a las características de sitio se define con las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C = 2.5 \\
 T_p < T < T_L & \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_p}{T} \right) \\
 T > T_L & \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_p * T_L}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

“La categoría de la edificación y factor de uso, se clasifican de acuerdo a la importancia que tiene dicha edificación, así como el valor del factor de uso se definirá según la clasificación que se realice” (NTP E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 15).

**Tabla 5:** *Categoría de la Edificación*

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR "U"
A: Esencial	A1: Hospitales	1.5
	A2: Aeropuertos, locales municipales, estaciones de bomberos.	1.5
B: Importante	Estadios, coliseos , centros comerciales,museos,bibliotecas.	1.3
C: Comunes	Viviendas, oficinas, hotes, restaurantes	1.0

Fuente: Norma técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”

Los sistemas estructurales, según los materiales empleados, la NTP E.030 – Diseño Sismorresistente clasifican a los sistemas estructurales como:

Las estructuras de concreto armado, son aquellas estructuras sus elementos estructurales están conformados por concreto armado, estas mismas deberán satisfacer la norma E.060 de Concreto Armado. Esta norma indica que según su sistema estructural se clasificaran de la siguiente manera:

Los pórticos, se clasifican así, cuando la fuerza cortante en la base es absorbida por las columnas de los pórticos como mínimo el 80%.

Los muros estructurales, este sistema estructural se clasifica como muro estructural, ya que la estructura para su resistencia sísmica considera muros estructurales, y se debe cumplir que la fuerza cortante en la base que absorbe sea como mínimo el 70%.

El sistema dual, se entiende como la relación entre pórticos y muros estructurales que deben absorber la cortante en la base, estos deben ser diseñados en donde los muros deben resistir las fuerzas sísmicas entre el 20 y 70 % y los pórticos como mínimo el 30 %.

Los muros de ductilidad limitada, este sistema estructural está conformada por muros de concreto armado delgados, donde estos mismos resisten las cargas sísmicas y las cargas de gravedad.

Las estructuras de albañilería, son las estructuras que su sistema estructural está conformado por unidades de albañilería de arcilla o concreto, estos mismos que deberán diseñadas para resistir las cargas sísmicas.

Las estructuras de madera, se caracterizan según la norma edificaciones en la cual sus elementos están conformados por madera las cuales deberán resistir las cargas sísmicas.

Las estructuras de tierra, este tipo de sistema estructural se caracteriza por conformarse por unidades de albañilería elaboradas de tierra o tierra apisonada in situ, las cuales deberán ser capaces de resistir las demandas sísmicas.

Los sistemas estructurales y coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmica ( $R_0$ ), “el coeficiente se determina para cada tipo de sistema estructural según los materiales empleados en cada dirección de análisis” (NTP E.30 - Diseño Sismorresistente, 2018, art. 18).

**Tabla 6:** *Sistemas Estructurales*

Sistema Estructural	Basico de Reducción
Concreto Armado	
Porticos	8
Dual	7
De Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
Albañilería Confinada	3
Madera	7

Fuente: Norma técnica E.030-Diseño Sismorresistente

La regularidad Estructural, “para poder definir los procedimientos del análisis estructural, las estructuras deberán clasificarse como regulares o irregulares, así mismo se debe determinar el coeficiente  $R$  y cumplir con las restricciones de categoría y regularidad” (NTP E.30 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 19).

Las estructuras regulares, son el tipo de estructuras que no presentan irregularidades en su configuración para resistir cargas sísmicas, tanto elevación como en planta.

Las estructuras irregulares, son el tipo de estructuras que presentan irregularidades, tanto como en altura o como en elevación.

**Tabla 7: Irregularidades Estructurales**

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	FACTOR DE
Piso Blando Piso Débil	0.75
Extrema Rigidez Extrema de Resistencia	0.50
Masa o Peso	0.90
Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes	0.60
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	FACTOR DE
Torsional	0.75
Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad de Diafragma	0.85
Sistema no paralelos	0.90

Fuente: Norma técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”

“El coeficiente de reducción de las fuerzas Sísmicas ( $R$ ), se determina como el producto del coeficiente básico  $R_0$  y las irregularidades presentadas tanto en planta como en elevación” (NTP E.30 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 22).

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Las cargas actuantes, según NTP E.020 -2006, “las estructuras deberán diseñarse para ser capaces de resistir todas cargas determinadas como consecuencia de su importancia de la edificación”.

La carga muerta, son aquellas cargas en la estructura que se proponen permanentes, es decir que todos aquellos elementos que componen la estructura que permanecerán necesariamente en toda la vida de la edificación como las vigas, pisos, techos, columnas, etc. que incluyen su peso propio ((NTP E.020 – Cargas, 2006, art. 2).

La carga viva, son aquellas cargas producidas por el tipo de uso u ocupación de la edificación, es decir son las cargas que no se estima como permanentes, ya que este tipo de cargas pueden ser el peso de los ocupantes, materiales, equipo, muebles, etc.; estas cargas deberán clasificarse según el tipo de uso que se dé a la edificación.

“Se empleará como mínimo los valores para los diferentes tipos de ocupación o uso” (NTP E.020 – Cargas, 2006, art. 6).

**Tabla 8:** *Cargas Vivas mínimas repartidas*

OCUPACIÓN O USO	CARGA (Kg/m <sup>2</sup> )
Almacén	500
Bibliotecas	
Salas de lectura	300
Salas de almacenaje con estantes fijos	750
Corredores y escaleras	400
Centros de Educación	
Aulas	250
Talleres	350
Laboratorios	300
Corredores y escaleras	400
Hospitales	
Sala de operación, laboratorios, y áreas de servicio	300
Cuartos	200
Corredores y escaleras	400
Oficinas(*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	250
Salas de archivo	500
Salas de computación	250
Corredores y escaleras	400
Viviendas	200
Corredores y escaleras	200

Fuente: Norma técnica E.020 “Cargas”

La carga sísmica, son aquellas cargas o fuerzas sobre la estructura provocadas por las acciones sísmicas, que estas mismas se transmiten a través del suelo.

“El análisis estático o de fuerzas equivalentes, simula las fuerzas sísmicas que afectan en el centro de masa de cada nivel de la edificación, estas fuerzas son agrupadas a lo alto de la edificación” (NTP E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 28). Estas solicitaciones consisten en una fuerza lateral que se distribuye en todo lo alto de la edificación de forma uniforme en cada eje principal de cada nivel.

La fuerza cortante en la base, “también llamada la cortante basal, se define como la fuerza sísmica total que esta corresponde a cada dirección analizada, esta fuerza se encuentra en la base de la estructura” (RNE E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 28). La norma E.030 nos dice que la fuerza cortante se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

“La distribución de la fuerza sísmica en altura, es el total de la fuerza sísmica distribuida en lo alto de la estructura, en el cual se calculará para cada dirección de análisis” (RNE E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 28). La norma indica que se determina con la siguiente expresión:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

Siendo  $\alpha_i$ :

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j}$$

Donde:

n = Número de pisos de la edificación

k = Exponente que varía de acuerdo al periodo fundamental de vibración de la estructura (T)

- Cuando T es menor o igual a 0.5s, entonces k= 1,0
- Cuando T es mayor a 0.5s, entonces k= (0,75+0.5T) ≤ 2,0

El periodo fundamental de vibración, se calcula como la división del coeficiente según el sistema estructural, y la altura de la edificación.

Según la N.T.P E.030 – DISEÑO SISMORRESISTENTE 2018, el período fundamental de vibración se determina con la siguiente expresión:

Donde:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

**Tabla 9: Coeficiente  $C_T$**

Elemento resistentes	Coeficiente $C_T$
Pórticos de concreto armado sin muro de corte Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento	35
Porticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras Porticos de acero arriostrados	45
Para edificios de albañilería, concreto armado dual, muros estructurales, y muros de ductilidad limitada	60

Fuente: Norma técnica E.030-Diseño Sismorresistente

El análisis dinámico modal espectral, según Zarate, et al, (2003), “las diferencia que existen entre los métodos de análisis estático y análisis modal espectral, han sido de mucha controversia ante la empleabilidad de estos métodos, al utilizarlas en estructuras para determinar las fuerzas de diseño, ya que tienen diferencias según el método que presentan durante su aplicación”.

Este método contempla una fundamentación teórica más sólida, ya que este incluye para su análisis las formas de modo de vibración, consideraciones que omite el análisis estático, por estas razones se considera que el método de análisis modal espectral como el tipo de metodología para realizar el análisis sísmico de estructuras, sin embargo, el análisis estático tiene relevancia para poder comprobar los valores de fuerza cortante mínima de acuerdo a la norma.

Los modos de vibración, según NTP E.030 Diseño Sismorresistente (2018):

Los modos de vibración de una estructura se calculan realizando un análisis considerando las características de rigidez y distribución de masas que presente la estructura analizada. Para las direcciones de análisis, solo se tomarán en cuenta todos los modos que en su masa participativa llegue por lo menos el 90% de la masa total, pero se debe considerar que se tomara como mínimo en cada dirección de análisis los 3 modos predominantes. (art. 29).

Estos modos se pueden definir como el patrón de la forma de cómo vibrara la estructura.

“La aceleración espectral, será utilizado el espectro de inelástico de pseudo-aceleraciones, para cada dirección horizontal de análisis” (N.T.P. E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 29). Este parámetro determina como la estructura responde ante la vibración del suelo que la resiste; que se definirá con la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

Baldeon (2017), afirma que las viviendas autoconstruidas no cumplen con la cortante mínima, ya que no han llevado criterios sismorresistentes en sus contrucciones. llevado un diseño sismorresistente (p. 52). La fuerza cortante mínima, para el análisis dinámico deberá verificarse que la fuerza cortante basal deba exceder el 80% de la fuerza cortante basal calculado por en el análisis estático, considerando que la estructura será regular, y para estructuras irregulares deberá exceder el 90% de la cortante basal estática, en caso de no cumplirse la norma establece que se deberá incrementarse la fuerza cortante, para cumplir los mínimos indicados, este aumento se da escalando proporcionalmente las fuerzas internas de todos los resultados, pero menos los desplazamientos” (N.T.P. E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 29).

La excentricidad accidental (Efectos de Torsión), “La perplejidad de localizar en cada nivel los centros de masa, considerando una excentricidad accidental perpendicular al sismo en cada dirección de análisis, deber ser igual a 0.05 veces el tamaño de la edificación en la dirección perpendicular a la dirección de análisis” (N.T.P. E.030 – Diseño Sismorresistente, 2018, art. 29). Este valor es importante considerar ya que este implementara al análisis el componente rotacional del movimiento, además para tener en cuenta en la distribución de masas su versatilidad.

Flores (2018), menciona que las viviendas autoconstruidas presentan un comportamiento sísmico deficiente, porque presentan desplazamientos relevantes de evaluar, ya que generalmente estas viviendas no presentan la junta sísmica. Los desplazamientos laterales, según la NTP E.030-Diseño Sismorresistente 2018:



Los desplazamientos laterales se calculan según sea regular o irregular. Para estructuras regulares será el 75% de  $R$  los resultados determinados por el análisis lineal elástico con las fuerzas sísmicas disminuidas. Para estructuras irregulares se calculan con el producto de 85 % de  $R$  los resultados determinados por el análisis lineal elástico (art. 31).

Tito (2018), afirma que las viviendas autoconstruidas poseen poca rigidez, porque generalmente al realizar la construcción, los muros no son debidamente confinados lo que genera que, al realizar el análisis, resultan desplazamientos que excedan de lo que está permitido (p. 65). Los desplazamientos laterales relativos admisibles, no deberán ser mayor que la deriva, para cada material, se ha consignado un valor de distorsión la cual no deberán exceder lo permisible, esta deriva se calcula como la relación de las diferencias de los desplazamientos laterales de 2 niveles sucesivos entre la altura del entrepiso en que se va a calcular, como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 10:** *Límites para la distorsión del entrepiso*

Material Predominante	$\Delta i/h_{ei}$
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Norma técnica E.030 "Diseño Sismorresistente"

La vulnerabilidad sísmica, según Mohamed, E. y Maha, Nazif., "la vulnerabilidad sísmica se puede definir como la probabilidad de que la estructura sufra daños"(2012, p. 204), entonces se puede considerar como un objetivo importante para las viviendas autoconstruidas, ya que puede resaltar las deficiencias locales, para así llegar a una evaluación de algún tipo de estrategia de emergencia para las acciones de mitigación.

## **Formulación del problema**

Según, Niño Rojas (2011) “El problema es aquello que se anhela conocer, y que aún no se conoce, es una cuestión a resolver en una investigación sobre la realidad” (p.47).

La pregunta de investigación para que se pueda interpretar con eficacia debe plantearse de manera precisa y clara, con el fin de entender el problema de la investigación.

### **Problema general**

¿De qué manera el análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019?

### **Problemas específicos**

- ✓ ¿De qué manera el análisis de la cortante basal influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019?
- ✓ ¿De qué manera el análisis de las distorsiones influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019?
- ✓ ¿De qué manera el análisis de los desplazamientos influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019?

### **Justificación del estudio**

Según Hernández Sampieri et al. (2014, p. 40), “la justificación de la investigación es decir las razones del porque se está llevando a cabo la investigación, es decir por medio de la justificación se demuestra la importancia o la necesidad del estudio”. Se determinó como tema de investigación el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas de tres niveles, en razón que es parte de la realidad de nuestro país la extensa práctica de la autoconstrucción de estas viviendas, lo que nos ha lleva todos los días a una situación de gran peligro al ser estas viviendas totalmente deficientes ante el peligro que existe de ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud, lo que ocasionaría terribles pérdidas, tanto en lo económico como pérdidas humanas. Por esta razón la presente investigación se propone identificar el comportamiento sísmico que presentan las viviendas autoconstruidas del distrito de S.M.P. con la finalidad de conocer el rendimiento de estas viviendas que pueden tener estas ante la eventualidad de un sismo de gran magnitud, para así conocer qué tipo de diseño de reforzamiento de estas viviendas, las cuales tienen que ser económicamente sustentables para los pobladores de la zona de investigación.

Por ello la investigación proyectada pretende aportar nuevos datos en la determinación del comportamiento sísmico que presentan estos tipos de viviendas construidas que no contaron con profesionales especializados para el diseño y construcción de estas viviendas, los aportes que se derivaran de la investigación proyectada incidirán a que la población tenga acceso a una formación precisa sobre nivel y el modo e fallo que se espera se produzcan en sus viviendas ante un sismo de gran magnitud, para que puedan anticipar el método de mitigación de desastres apropiado.

Dado que la migración a la capital sumada a la sobrepoblación, existe una necesidad indispensable de viviendas, por ende, incrementa el número de viviendas autoconstruidas. El trabajo de investigación involucra a todos los pobladores que carecen de capacidad para construir viviendas de tal forma que cumplan las normativas del país. Ante esta situación la función del ingeniero civil es predecir la seguridad de los habitantes ante cualquier evento sísmico que se produzca, así como utilizar una buena técnica de construcción, por ende, conocer el comportamiento sísmico para así poner a sobre aviso el riesgo de que la estructura colapse o sufra fallas de alto grado y causen incomodidad a los habitantes.

## **Hipótesis**

Según, Hernández Sampieri (2014) “Las hipótesis son afirmaciones que se definen como probables explicaciones del fenómeno investigado” (p.104).

### **Hipótesis general**

- El análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019.

### **Hipótesis específica**

- ✓ El análisis de la cortante basal influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.
- ✓ El análisis de las distorsiones influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019 Las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada presentan desplazamientos inadecuados en S.M.P – 2019.

- ✓ El análisis de los desplazamientos influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.

## **Objetivos**

Según, Hernández Sampieri (2014) “El objetivo manifiesta lo que se desea alcanzar con la investigación, este debe ser claro, preciso, apropiado, medible y realista, es decir, este debe ser capaz de lograrse” (p.37).

### **Objetivo general**

- ✓ Determinar de qué manera el análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.

### **Objetivos específicos**

- ✓ Determinar de qué manera el análisis de la cortante basal influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.
- ✓ Determinar de qué manera el análisis de las distorsiones influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.
- ✓ Determinar de qué manera el análisis de los desplazamientos influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.

## **II. MÉTODO**

Según José Abreu (2014), “el método de investigación te detalla de forma clara como se realizará la investigación, que permite entender la propiedad de los métodos a emplear y la validez de los resultados, fundamentándose de bases teóricas para explicar y exponer la capacidad de los resultados de la investigación” (p. 195).

Entonces el método a elegir dependerá del fenómeno a estudiar, los objetivos de la investigación y la perspectiva de evaluación del investigador.

## **2.1. Tipo y diseño de investigación**

### **2.1.1. Tipo de Investigación**

De acuerdo con Manuel Borja (2012), “para considerar como investigación aplicada deberá busca saber, formar y cambiar un problema real, ya que este tipo de investigación concierne en la adaptación inmediata sobre un problema antes de desarrollar el conocimiento de un valor universal” (p.10)

Entonces decimos que la investigación es aplicada, porque se empleó un conjunto de conocimientos adquiridos, para así orientarlo a la solución de un problema práctico, a través de bases teóricas y cálculos.

### **2.1.2. Nivel de estudio**

#### **Descriptivo**

Según Hernández Sampieri (2014, p.92), “las investigaciones descriptivas indagan las cualidades, las tipologías y las características de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro espécimen que se someten a un análisis, es decir buscan medir o recolectar la información de manera autónoma o conjunta sobre las teorías o las variables a las que se refieren”.

Entonces decimos que la investigación tuvo un alcance descriptivo, porque se empleará la observación y el análisis, las cuales plantearan las características de los sistemas de las viviendas autoconstruidas, por medio de la base teórica.

#### **Explicativo**

Según Carlos Muñoz (2015, p. 14), “este tipo de investigaciones se debe contar con estudios, con información más abundante para así encontrar las causas o los factores que conllevan estas mismas consecuencias del fenómeno investigado”.

Entonces decimos que la investigación es explicativa, ya que se indagara las posibles causas del tema analizado, a través de los resultados que serán empleados para establecer las conclusiones.

### **2.1.3. Diseño de investigación**

Según Hernández Sampieri (2014, p.153), podría definirse como investigación experimental, cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula.

La investigación es experimental, porque a través del software ETABS se obtuvieron resultados analíticos, esto quiere decir que cuando no es practicable utilizar experimentos, de igual manera, se manipula la variable independiente para ver los efectos físicos que se producen en la variable dependiente. Por tanto, es una simulación.

## **2.2.Operacionalización de variables**

### **Identificación de las variables**

#### **Variable Independiente**

Es la variable que origina el efecto o es la causa de la variable dependiente (Manuel Borja, 2012, pp. 53).

#### **Variable Independiente: Viviendas Autoconstruidas**

Concepto: Se puede definir como una estructura que carece en su proceso de construcción de asesoría profesional para realizar el diseño.

- Indicador: Vivienda Unifamiliar
- Indicador: Vivienda Multifamiliar
- Indicador: Junta fría
- Indicador: Cangrejeras en los elementos estructurales
- Indicador: Continuidad
- Indicador: Junta sísmica
- Indicador: Materiales empleados

- Indicador: Mano de obra
- Indicador: Densidad de muros
- Indicador: Regularidad estructural

**Variable dependiente:**

Es el efecto producido por la operación de la variable independiente. (Manuel Borja, 2012, p. 53).

Variable Dependiente: Comportamiento sísmico

Concepto: Se puede entender para un comportamiento sísmico de las estructuras como los mecanismos y procesos de refuerzo con el objetivo de disminuir las consecuencias provocadas por los eventos sísmicos del terreno.

- Indicador: Cortante basal
- Indicador: Distorsión de entrepiso
- Indicador: Desplazamientos laterales



**Tabla 11:** Operacionalización de variables

Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P – 2019					
Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
V(x): Viviendas autoconstruidas	Se puede definir como aquella estructura, que carece en su proceso de construcción de asesoría profesional, y materiales de baja calidad. ( Ponte, 2018)	La autoconstrucción de viviendas se analiza tomando en consideración las características de las viviendas, identificación de los problemas constructivos y la calidad de la construcción en sus análisis menores de cada una de ellas mediante ficha de recolección de datos, winchas, planos e imágenes fotográficas.	Tipos de viviendas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vivienda Unifamiliar</li> <li>• Vivienda Multifamiliar</li> </ul>	Ficha de recolección de datos
			Procesos constructivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Junta fría inadecuado</li> <li>• Cangrejeras en los elementos</li> <li>• Continuidad estructural</li> <li>• Junta sísmica</li> </ul>	
			Estado de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales empleados</li> <li>• Mano de obra</li> </ul>	
			Configuración estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de muros</li> <li>• Regularidad estructural</li> </ul>	
V(y): Comportamiento Sísmico	Se puede entender para un comportamiento sísmico de las estructuras como los mecanismos y procesos de refuerzo con el objetivo de disminuir las consecuencias provocadas por los eventos sísmicos del terreno. ( Villalta, 2018).	El comportamiento sísmico se evalúa tomando en cuenta las consideraciones del análisis sísmico, análisis estático y dinámico, mediante ensayos con esclerómetro, ensayos de corte directo del suelo y empleando el software ETABS.	Análisis Sísmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortante basal</li> <li>• Distorsiones</li> <li>• Desplazamientos</li> </ul>	<p>Ensayo con esclerómetro</p> <p>Ensayo de suelos: Granulometría</p> <p>Software Etabs</p>



### 2.3.2. Muestra

La muestra a estudiar se define como cualquier subconjunto de la población que se establece para analizar las cualidades o tipologías en el total de la población, comenzando de una parte de la población. (Cortés C., y otros, 2004 pág. 90).

### 2.3.3. Muestreo

Para conocer la muestra para la investigación se empleó, la técnica del muestreo es probabilístico estratificado, puesto que se escogió la muestra más representativa para la zona de estudio, las cuales las viviendas de 3 niveles en la Urb. Virgen del Rosario son 61; sin embargo, el 72.13% (44 viviendas) están construidas con ladrillo pandereta, por ello no se consideraron para el análisis. El 27.87% (21 viviendas) en los muros portantes, fueron construidas con ladrillo King Kong. Para la presente investigación determinamos la muestra bajo la fórmula que se menciona a continuación:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2 \times (N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

P y Q = Son los porcentajes de ocurrencia de un suceso donde su suma es igual al 100%.

Z= Nivel de Confianza 95% por lo tanto Z= 4

e= % de error del muestreo que puede oscilar entre el 5% y 10%

$$n = \frac{4^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 21}{0.05^2 \times (21 - 1) + 4^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 20.74 \equiv 21 \text{ viviendas}$$

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnica de recolección de datos**

Según Hernández Sampieri (2014, p.199), las técnicas que puede definir como el conjunto de mecanismos, medios para recolectar, guardar y procesar los datos. Las técnicas están expresadas en la manera de cómo se van recolectar u obtener los datos, así como los instrumentos que llevaran a cabo la obtención de estos datos e información requerida para la investigación.

Entonces para la investigación se empleará como técnica la observación experimental, porque se elaborará datos en circunstancias respectivamente controladas por el investigador, específicamente porque este tiene la potestad de manipular la o las variables. Por ende, la técnica de recolección de datos la observación experimental, las más eficiente para la investigación planteada.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos que se emplearan en la investigación son las siguientes:

- Ficha de recolección de datos
- Equipos de ensayos (ensayo de corte directo y esclerómetro)
- Software Etabs, como herramienta computacional para el procesamiento de datos.

### **2.4.3. Validez**

La validez se puede entender como el grado en que un instrumento en realidad mide la variable que se procura medir (Hernández Samperi, 2014).

Para la presente investigación, para la validez del contenido se determinó mediante juicio de expertos, conformado por 3 expertos de temática, los cuales fueron 3 ingenieros civiles colegiados. (ver anexo 3).

Entonces podemos afirmar con ello que los instrumentos empleados en el proceso del trabajo de investigación propuesto, tales como el esclerómetro, y el software de análisis lineal ETABS, que tienen una validez directa, es decir que estos equipos y el software ETABS, son productos fabricados por empresas de reconocido prestigio, aquellos que son aprobados y verificados ampliamente. Así mismo se debe considerar que estos tipos de instrumentos son usados comúnmente para este tipo de investigación relacionado con la ingeniería civil, puesto que su validez está garantizada.

#### **2.4.4. Confiabilidad**

De acuerdo con Patil y Sonawane, “el análisis sísmico con el software ETABS muestra gran confiabilidad debido a que su verificación con la forma manual muestra gran similitud por lo cual se considera un software de gran confiabilidad” (2015).

En tal caso para esta investigación se empleará como herramienta computacional el software de análisis ETABS 2016, el cual tiene confiabilidad garantizada, ya que pertenece a la reconocida empresa CSI (COMPUTERS & STRUCTURES, INC) lo cual asegura calidad de su producto, además esta prestigiosa empresa se acoge al sistema de gestión de la calidad SGC ISO – 9001. Certificado de licencia # 29920-2000-AQ-USA-ANAB. (Ver anexo 6)

En tal caso podemos decir de las herramientas de medición empleados en la investigación, cual son: el esclerómetro y equipo de corte directo, que su confiabilidad se da por la calibración de dichos equipos. (ver anexo 4).

#### **2.5. Procedimiento**

Al ser la investigación de enfoque cuantitativa se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Se elaboró un plano de ubicación, en donde se establecen las 21 viviendas de estudio.
- Se realizó el levantamiento de planos para conocer la configuración estructural de las 21 viviendas de estudio.
- Se realizó el ensayo de esclerometría para conocer la resistencia del concreto de las viviendas de estudio.
- Se realizaron 3 calicatas insitu, en donde se obtuvieron las muestras para realizar el estudio de suelos.

- Se ejecutó el estudio de suelos en el laboratorio de materiales de la Universidad Cesar Vallejo para conocer las características y el tipo de suelo que tiene la Urb. Virgen del Rosario.
- Se realizó la verificación de la densidad mínima de muros para las 21 viviendas como lo establece la norma E070- Albañilería.
- Se realizó en análisis estático y dinámico de las 21 viviendas, según la norma E030-Diseño Sismorresistentes.
- Se realizó la discusión en base a las investigaciones realizadas por otros autores.
- Se redactaron las conclusiones y las recomendaciones, en base a los resultados obtenidos.

## 2.6. Métodos de análisis de datos

Se empleó como método de análisis de datos estadístico descriptivo, ya que, con los resultados obtenidos por el análisis sísmico de cada vivienda estudiada, las cuales se representaron con tablas de resumen de todas las viviendas analizadas con sus respectivos gráficos, así mismo se realizó la interpretación de cada uno.

## 2.7. Aspectos éticos

En la presente investigación se evidencia la veracidad de los datos expresados, como la genuinidad de la información. Así mismo se respeta la autoridad de la información de cada uno de los autores que fueron de apoyo para la investigación, como las citas, referencias bibliográficas, tablas, gráficos y cual otra información empleada con fines de esta investigación: La cual se utilizó los siguientes criterios:

<b>Criterios</b>	<b>Características del criterio</b>
Veracidad	La información que se adquirió como las teorías, fuentes, gráficos y los resultados es veraz y real.
Originalidad	Las investigaciones de los autores que fueron aplicados se encuentran citadas, lo cual se evidencia que no existen plagios o datos falsos; así mismo se adjuntó el turnitin de la investigación.
Justicia	Se trabajó de forma profesional empleando reglamentos y cumpliendo con lo que se establece evidenciado la capacidad del investigador.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Desarrollo del procedimiento

#### 3.1.1. Descripción de la zona de estudio

El 22 de mayo de 1950 fue creado el distrito de San Martín de Porres, durante el régimen del general Manuel Odría, en aquel entonces llamado “Distrito Obrero Industrial 27 de Octubre”, donde la Urb. Virgen del Rosario fue una de las primeras urbanizaciones en conformar el distrito, y a lo largo de los años las viviendas de esta zona han sido construidas sin un profesional a cargo, construidas por los mismos pobladores o maestros sin criterios sismorresistentes. Actualmente la Urb. Virgen del Rosario cuenta con todos los servicios básicos y urbanos (luz, agua, desagüe, internet y cable tv)

#### 3.1.2. Ubicación de las unidades de estudio

La Urbanización Virgen del Rosario II Etapa en el distrito de San Martín de Porres, se encuentra ubicada en:





### 3.1.3. Levantamiento de la configuración estructural de las viviendas

Se realizó el levantamiento de planos de la configuración estructural de las 21 viviendas a estudiar, para ello se empleó la ficha de recolección de datos, en donde se tomaron las medidas de los elementos estructurales con la finalidad de realizar el modelamiento de cada vivienda en el software ETABS y así poder realizar el análisis sísmico.



*Figura 11: Toma de medida de una columna*



*Figura 12: Levantamiento de planos en la urb. Virgen del Rosario*

### 3.1.4. Resistencia a la compresión

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto, se utilizó como método de ensayo de esclerómetro, ya que no se contaba con información de estas viviendas a estudiar, y además que las viviendas están construidas. Se utilizó un esclerómetro modelo ZC3-A, serie: A190725001, la cual nos ayudó a determinar la resistencia del concreto en cada vivienda, en el día del ensayo de campo.



*Figura 13: Ensayo de esclerometría en campo en columna*



*Figura 14: Ensayo de esclerometria en viga*

### 3.1.5. Condiciones de terreno de la zona de estudio

Se realizaron 3 calicatas para verificar la capacidad portante en la Urb. Virgen del Rosario II etapa, ya que estudios ejecutados por el CISMID se determinaron que para la zona II se encuentra predominantemente en el área de estudio, como arenas de compacidad media, a limos y arcillas de consistencia media.

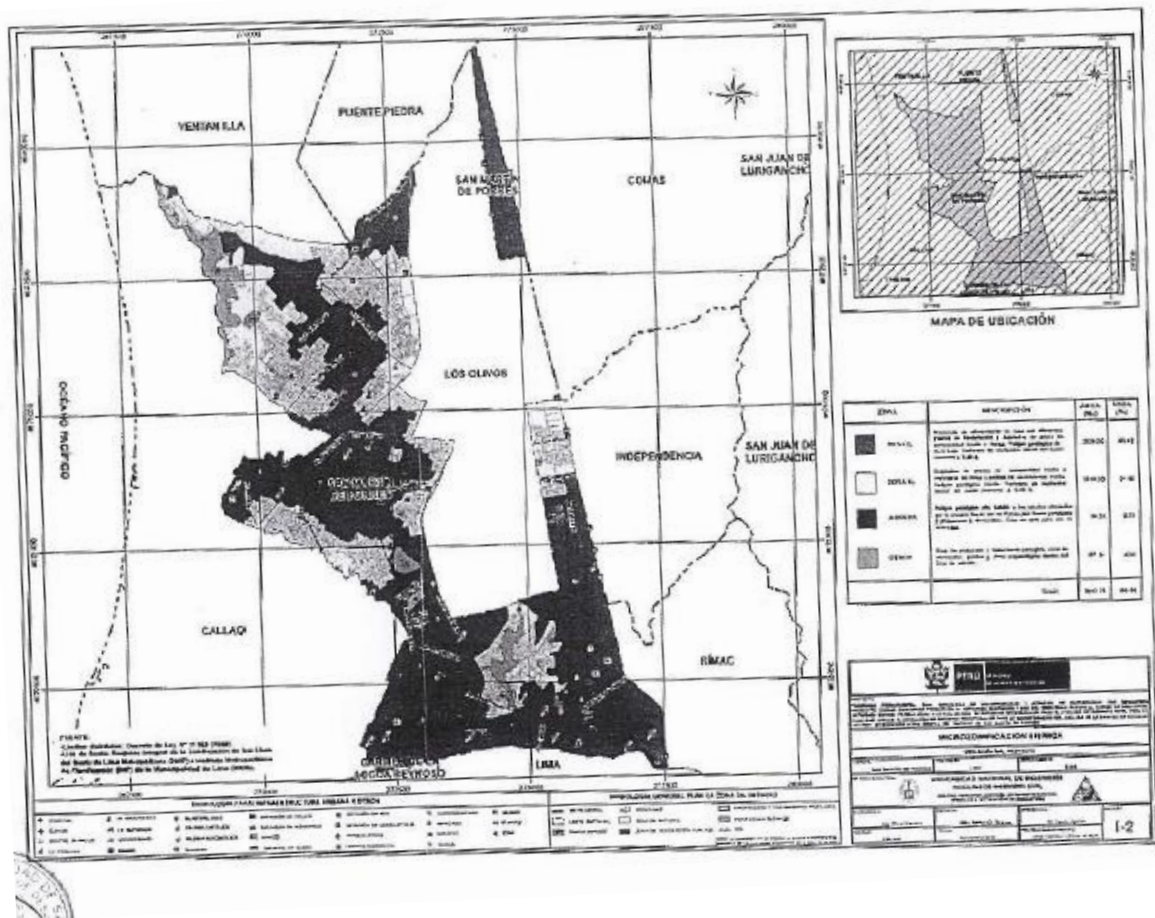


Figura 15: Microzonificación Sísmica de San Martín de Porres, fuente: CISMID

Según los estudios realizados, la capacidad portante para esta zona comprende desde 1.00 kg/cm<sup>2</sup> a 2.00 kg/cm si se desplanta en arena, y 0.50 kg/cm<sup>2</sup> a 1.00 kg/cm<sup>2</sup> si se desplanta sobre arcillas. Para la presente investigación se tuvo que verificar las características y propiedades físico-mecánicas del suelo en la zona de estudio





*Figura 16: Calicata insitu - Urb. Virgen de Rosario II etapa*

### **Perfil estratigráfico:**

Se realizaron 3 calicatas en la urb. Virgen del Rosario II etapa, la excavación de las calicatas realizadas a cielo abierto tuvo profundidades que varían de entre 1.30 a 1.60 m, esto a razón de que se hizo la excavación que comprende la profundidad activa de la cimentación, tal como lo establece la norma E.050 "Suelos y Cimentaciones" del R.N.E, en el caso de la cimentación para albañilería confinada los cimientos corridos de 0.80 m, en dicha excavación se constató lo siguiente:

- De 0-0.40m, se encontró material relleno los cuales contenía restos materiales orgánicos, basura y desmonte.

- De 0.40m – 1.50m se encontró arena limosa, semi compacta, poco húmedo (5.05%), con aporte de concreciones (9.54%), color marrón beige, SUCS=ML Arenoso.

Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de materiales de la Universidad Cesar Vallejo, lo que se obtuvo como resultado, según la clasificación SUCS=ML Arenoso.



*Figura 17:* Análisis Granulométrico realizado en el laboratorio de la UCV



*Figura 18:* Clasificación de la muestra

### 3.1.6. Densidad mínima de muros reforzados

Según la norma E070-Albañilería la densidad de muros se calculará con la siguiente operación:

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\Sigma Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

$$\frac{ZUSN}{56}$$

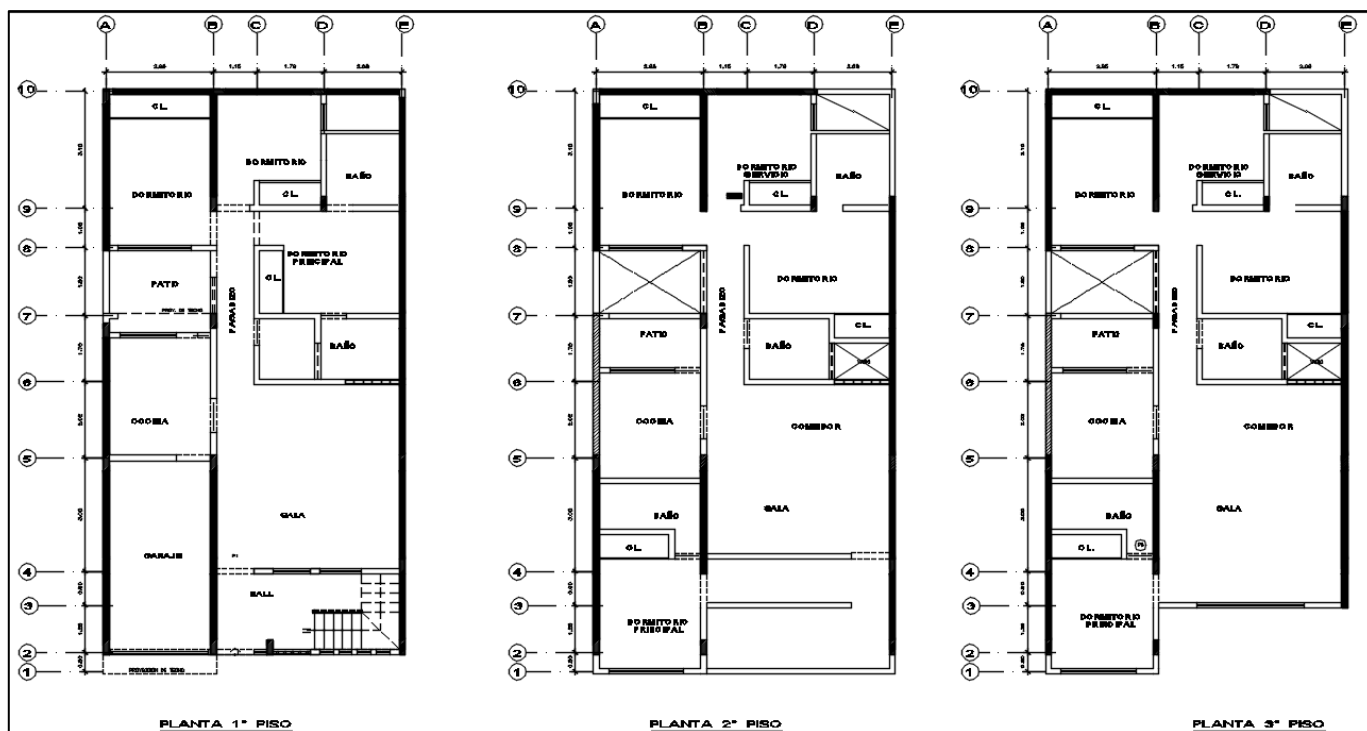
$$\frac{0.45 * 1.00 * 1.10 * 3}{56} = 0.0265$$

➤ Vivienda N°1

**Tabla 12:** Descripción de la vivienda N°1

VIVIENDA 1	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle S/N
MANZANA:	K
LOTE:	17

Fuente: Elaboración propia



## PRIMER NIVEL

Cantidad de muros en el eje "X"				
Muro	Cantidad	Longitud(m)	Espesor (m)	AC
M1	1	2.70	0.13	0.35
M2	1	2.28	0.13	0.30
			$\Sigma AC_x$	0.65

Cantidad de muros en el eje "Y"				
Muro	Cantidad	Longitud(m)	Espesor (m)	AC
M3	2	3.50	0.13	0.455
M4	2	3.10	0.13	0.403
M5	3	2.35	0.13	0.306
M6	3	1.75	0.13	0.228
M7	1	2.70	0.13	0.351
			$\Sigma AC_y$	3.67

## **SEGUNDO NIVEL**

Cantidad de muros en el eje “X”				
Muro	Cantidad	Longitud(m)	Espesor (m)	AC
M1	1	2.70	0.13	0.35
M2	1	2.28	0.13	0.30
			$\Sigma AC_x$	0.65

Cantidad de muros en el eje “Y”				
Muro	Cantidad	Longitud(m)	Espesor (m)	AC
M3	2	3.50	0.13	0.455
M4	2	3.10	0.13	0.403
M5	3	2.35	0.13	0.306
M6	2	1.75	0.13	0.228
M7	1	2.70	0.13	0.351
			$\Sigma AC_y$	3.44

## **TERCER NIVEL**

Cantidad de muros en el eje “X”				
Muro	Cantidad	Longitud(m)	Espesor (m)	AC
M1	1	2.70	0.13	0.35
M2	1	2.28	0.13	0.30
			$\Sigma AC_x$	0.65

Cantidad de muros en el eje “Y”				
Muro	Cantidad	Longitud(m)	Espesor (m)	AC
M3	2	3.50	0.13	0.455
M4	2	3.10	0.13	0.403
M5	3	2.35	0.13	0.306
M6	2	1.75	0.13	0.228
M7	1	2.70	0.13	0.351
			$\Sigma AC_y$	3.44



Nivel	Área techada(m <sup>2</sup> )
1	101.67
2	105.48
3	105.48

Primer Nivel:

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\Sigma Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Eje X:

$$\frac{\Sigma Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \rightarrow 0.006 < 0.027 \text{ (No cumple)}$$

Eje Y:

$$\frac{\Sigma Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \rightarrow 0.035 < 0.027 \text{ (Cumple)}$$

Segundo Nivel:

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\Sigma Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Eje X:

$$\frac{\Sigma Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \rightarrow 0.006 < 0.027 \text{ (No cumple)}$$

Eje Y:

$$\frac{\Sigma Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56} \rightarrow 0.033 < 0.027 \text{ (Cumple)}$$

Tercer Nivel:

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\Sigma L_{xt}}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Eje X:

$$\frac{\Sigma L_{xt}}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56} \rightarrow 0.006 < 0.027 \text{ (No cumple)}$$

Eje Y:

$$\frac{\Sigma L_{xt}}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56} \rightarrow 0.033 < 0.027 \text{ (Cumple)}$$

Los cálculos de verificación de densidad de muros de las viviendas restantes se muestran en el anexo 8.

### 3.1.7. Análisis sísmico

#### Características sísmicas

- Zonificación

**Tabla 13:** Zonificación de la urb. Virgen del Rosario

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: NTP E030-2018 “Diseño Sismorresistente”

- Parámetros de sitio

Perfil tipo: S3

FACTOR DE SUELO	
S	1.10

PERIODOS	
T <sub>P</sub>	1.00
T <sub>L</sub>	1.60

- Categoría del edificio

Categoría: Común ‘C’ → U= 1.00

- Coeficiente de Básico Reducción (R<sub>0</sub>)

SISTEMA ESTRUCTURAL	R <sub>0</sub>
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
<b>Albañilería Confinada</b>	<b>3</b>

Sistema Estructural: Albañilería confinada → R<sub>0</sub> = 3

**a) Vivienda N° 1**

**Análisis sísmico estático NTP E030-2018**

- Periodo fundamental

$$h = 8.15 \text{ m}$$

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{8.15}{60} = 0.14 \text{ s}$$

$T = 0.14 \text{ segundos}$
-----------------------------

- Coeficiente de Amplificación Sísmica

$T_P$	1.00
$T_L$	1.60
$T$	0.14

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

- Verificación de irregularidades

Irregularidad por esquinas entrantes

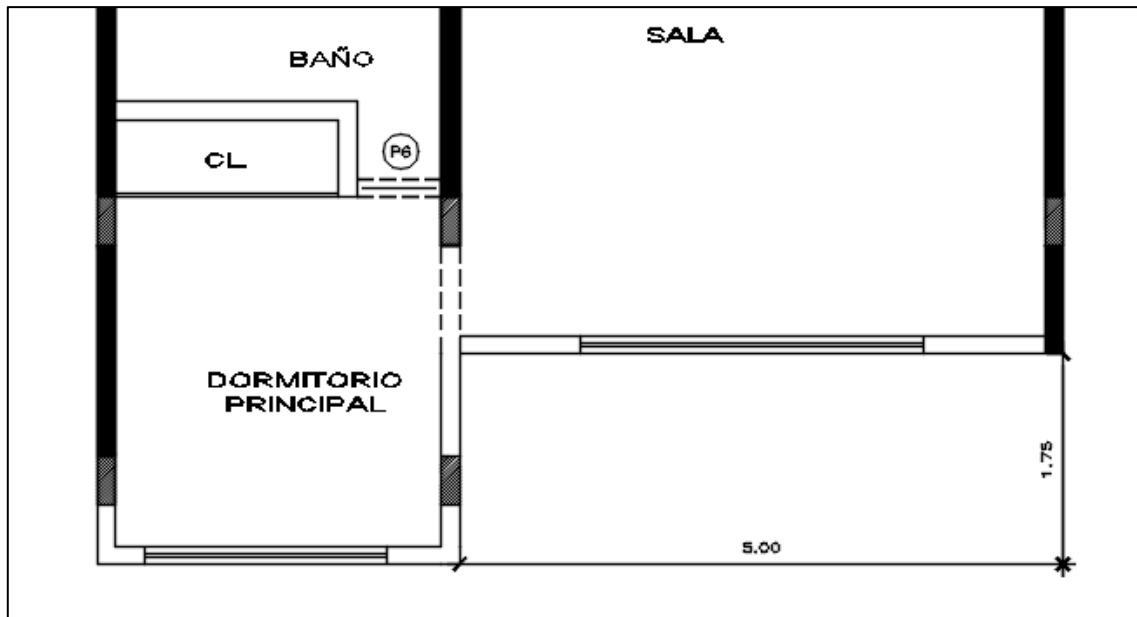


Figura 19: Vista de irregularidad por esquinas entrantes

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

En X-X

$$\frac{5.00}{8.00} * 100\% = 62.5\% > 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

En Y-Y

$$\frac{1.75}{15.52} * 100\% = 11.28\% < 20\% \rightarrow \text{No hay irregularidad}$$

La vivienda presenta irregularidad en planta en la dirección X, por esquinas entrantes  $I_a = 0.9$

- Fuerza cortante en la Base

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

	X	Y
Z	0.45	0.45
U	1	1
C	2.5	2.5
S	1.10	1.10
R	2.7	3

Nivel	Peso
	toneladas
3	90.16
2	118.71
1	119.10
Total	325.97

$$V_{x_{estatico}} = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.10}{2.7} * 325.97 = 149.40 \text{ tn}$$

$$V_{y_{estatico}} = \frac{0.45 * 1 * 2.5 * 1.10}{3} * 325.97 = 137.79 \text{ tn}$$

## Análisis sísmico dinámico NTP E030-2018

Este es un análisis conjunto de análisis modal, donde se analizan los modos de vibración de la edificación y un análisis espectral, con lo cual se determinarán periodos de vibración, desplazamientos laterales y distorsiones.

- Aceleración espectral

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

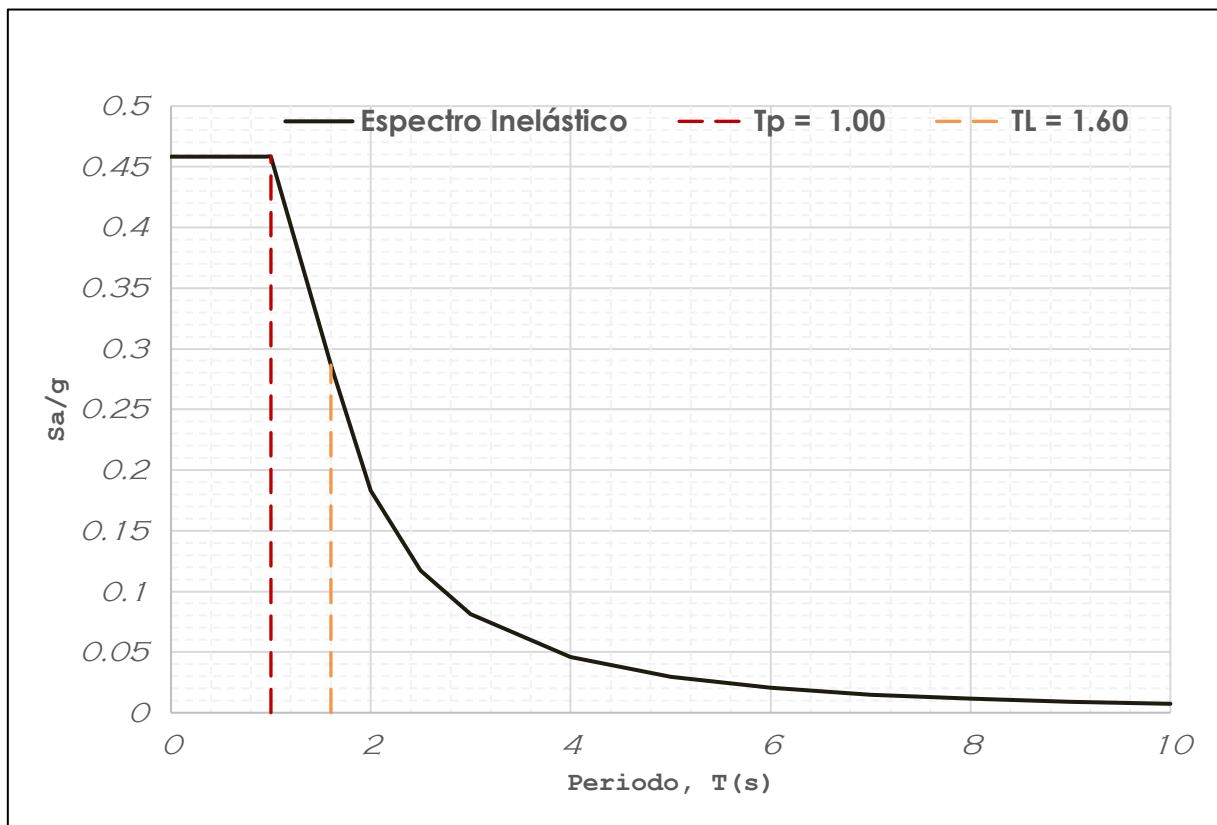


Figura 20: Espectro de diseño - NTP E030 "Diseño Sismorresistente"

- Irregularidad Torsional

De acuerdo a la norma E.030- 2018 “Diseño Sismorresistente”, existirá irregularidad torsional cuando el desplazamiento relativo máximo en un extremo del edificio en la dirección de análisis es mayor a 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso, con las mismas condiciones de carga.

$$\Delta_{max} > 1.3 \Delta_{prom.}$$

Para la vivienda N°1

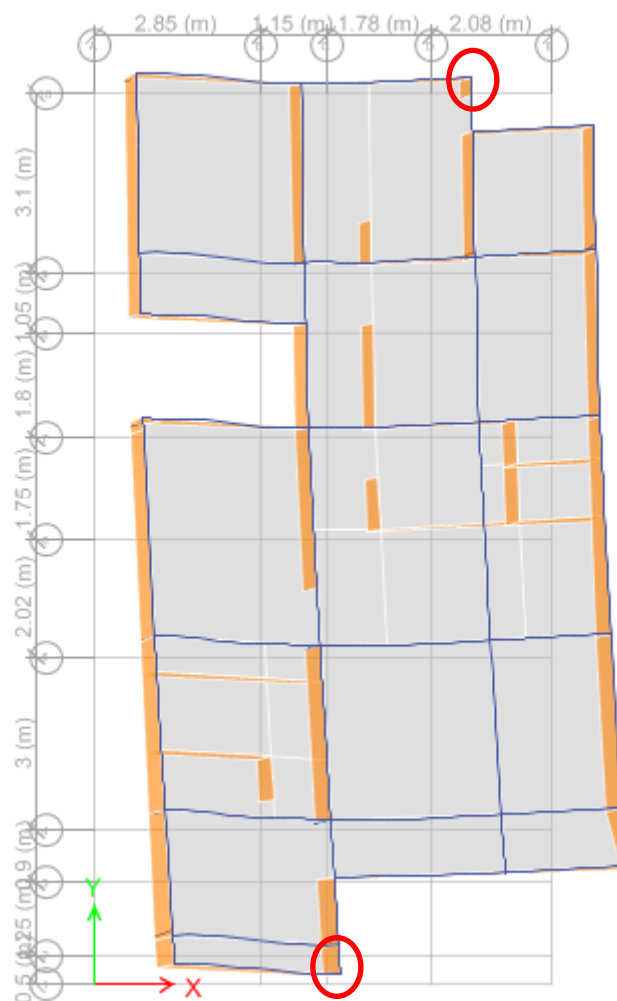


Figura 21: Verificación de la irregularidad torsional “X” con el software ETABS



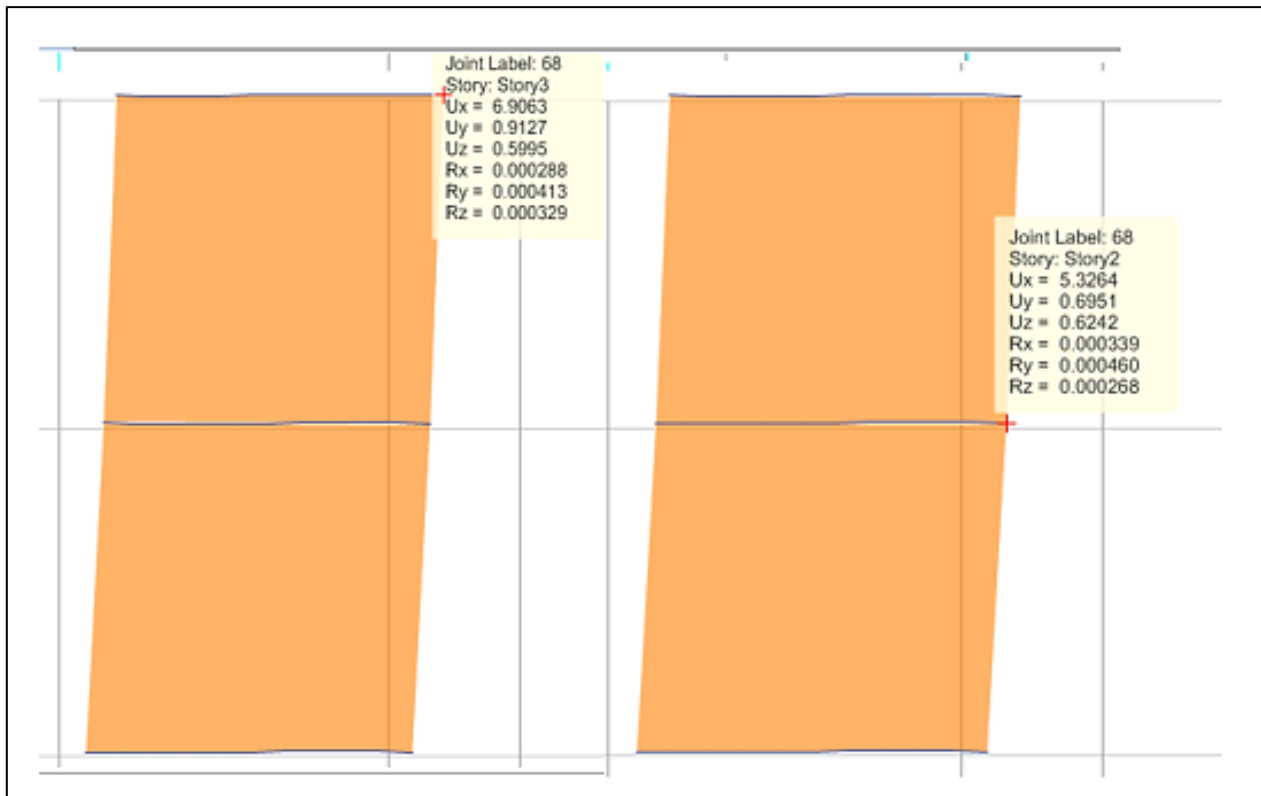


Figura 22: Desplazamientos absolutos obtenidos por el software ETABS

En X:

Nivel	Caso de carga	Item	Max. Distorsion	Desplazamiento Promedio	Ratio
3	SDX Max	DX	0.0011	0.000702	1.566
2	SDX Max	DX	0.001506	0.001214	1.241
1	SDX Max	DX	0.002028	0.001404	1.444

- $0.0011 > 1.3(0.000702) = 0.000913 \rightarrow \text{Irregularidad torsional}$
- $0.001506 > 1.3(0.001214) = 0.00158 \rightarrow \text{Sin irregularidad}$
- $0.002028 > 1.3(0.001404) = 0.00183 \rightarrow \text{Irregularidad torsional}$

Entonces la vivienda N<sup>a</sup> 1 presenta irregularidad torsional:  $I_p = 0.75$  en la dirección X-X

En Y:

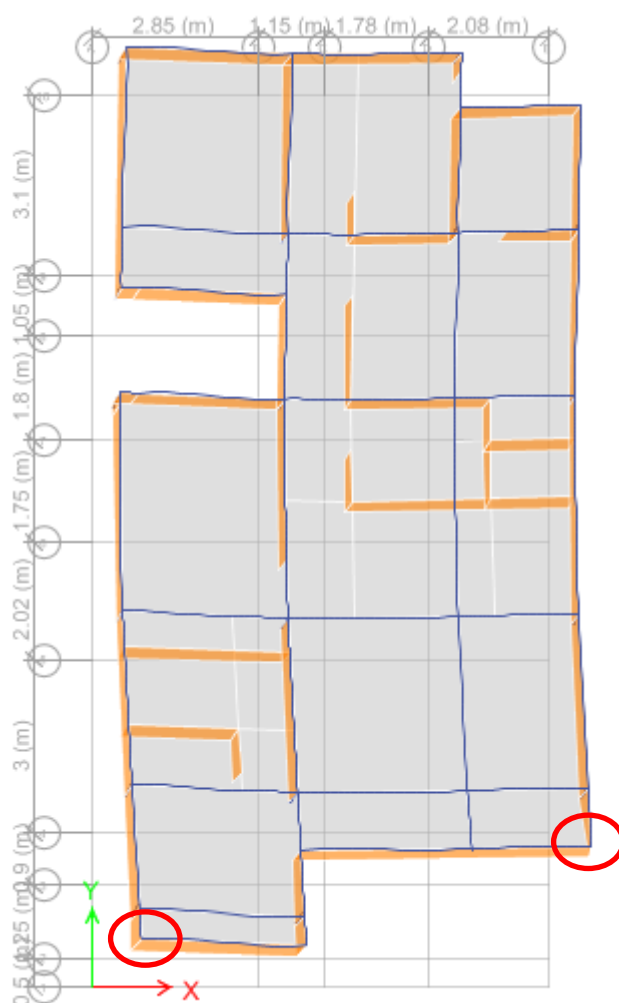


Figura 23: Verificación de la irregularidad torsional “Y” con el software ETABS

Nivel	Caso de carga	Item	Max. Distorsion	Desplazamiento Promedio	Ratio
3	SDY Max	DY	0.000479	0.000449	1.068
2	SDY Max	DY	0.000699	0.000656	1.064
1	SDY Max	DY	0.000727	0.000645	1.128

- $0.000479 > 1.3(0.000449) = 0.00584 \rightarrow \text{Sin irregularidad}$
- $0.00069 > 1.3(0.000656) = 0.000853 \rightarrow \text{Sin irregularidad}$
- $0.000727 > 1.3(0.000645) = 0.000839 \rightarrow \text{Sin irregularidad}$

- **Verificación de Cortante mínima**

Dirección X-X

Caso de carga	<b>FX</b>
	tonf
SDX-X Max	137.51
SEX	149.40

$$137.51 > 80\% * 149.40$$

137.50 ton > 119.52 ton  $\rightarrow$  CUMPLE

Dirección Y-Y

Caso de carga	<b>FY</b>
	tonf
SDY-Y Max	121.65
SEY	137.78

$$121.65 > 80\% * 137.78$$

121.65 ton > 110.22 ton  $\rightarrow$  CUMPLE

- **Desplazamientos y Distorsiones**

Según la norma E030-2018 los desplazamientos laterales obtenidos por el análisis se deberán multiplicar por 0.75R siendo para estructuras regulares y 0.85R para estructuras irregulares.

$$\frac{(\Delta_i - \Delta_{i-1})}{(h_{ei} - h_{ei-1})}$$

**Tabla 14:** *Desplazamientos maximos "X"- Vivienda N°1*

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (mm)
3	X	6.9063
2	X	5.3264
1	X	3.1505

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15:** *Distorsión de entrepiso "X"- Vivienda N°1*

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			0.85 * R	
3	SDX Max	0.000606	0.0015453	CUMPLE
2	SDX Max	0.002876	0.0073338	NO CUMPLE
1	SDX Max	0.001116	0.0028458	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16:** *Desplazamientos máximos "Y"- Vivienda N°1*

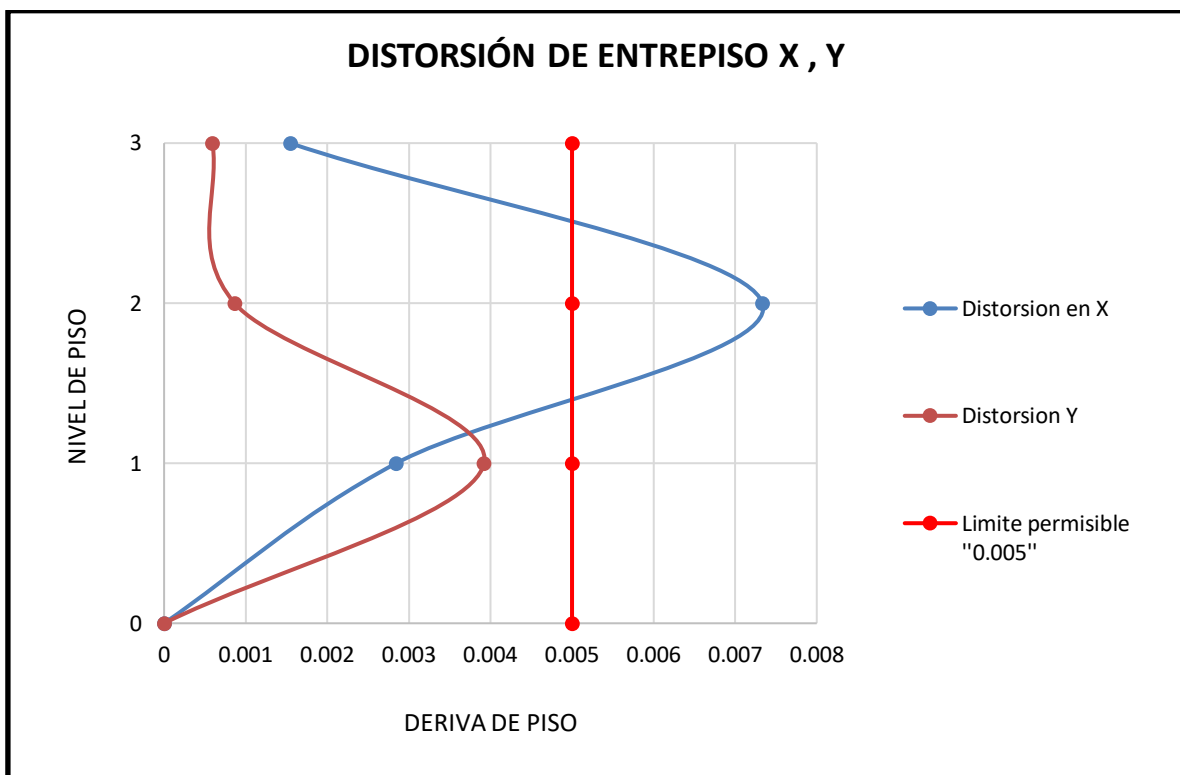
Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (mm)
3	Y	2.005
2	Y	1.5783
1	Y	0.8968

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17:** Distorsión de entrepiso "Y" - Vivienda N° 1

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			0.75 * R	
3	SDY Max	0.000264	0.000594	CUMPLE
2	SDY Max	0.000384	0.000864	CUMPLE
1	SDYMax	0.001743	0.0039218	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24:** Distorsión de entrepiso X,Y - Vivienda N°1

### 3.2. Resultados

Para la presentación de resultados, se elaboraron tablas en donde se resumen los cálculos del análisis realizado, la cual se presenta de la siguiente manera:

#### 3.2.1. Cortante Mínima

$$V_{dinamica} \geq 80\% * V_{estatica} \rightarrow \text{para estructurales regulares}$$

$$V_{dinamica} \geq 90\% * V_{estatica} \rightarrow \text{para estructurales irregulares}$$

**Tabla 18:** Resumen de todas las viviendas - cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO 0.8* V <sub>estático</sub> / 0.9*V <sub>estático</sub>	
	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	X (tn)	Y(tn)
1	149.40	137.79	137.51	121.65	137.51	121.65
2	164.09	151.30	132.44	147.06	147.68	147.06
3	162.39	146.15	155.18	119.97	146.15	119.97
4	92.35	92.35	78.14	78.49	78.14	78.49
5	183.39	165.06	155.91	147.82	165.26	147.82
6	180.63	162.56	145.24	146.93	162.57	146.93
	171.75	171.75	153.96	150.85	154.58	150.85
8	194.78	175.31	156.51	158.14	175.31	158.14
9	172.66	155.39	144.93	137.36	155.39	137.36
10	839.91	889.39	682.77	692.57	755.92	692.57
11	185.71	185.71	129.37	165.22	167.14	165.22
12	138.16	124.35	120.45	115.41	124.34	115.41
13	164.45	148.00	137.21	137.08	148.05	137.21
14	174.93	174.93	133.60	157.49	157.44	157.49
15	201.52	201.52	152.80	180.78	181.37	180.78
16	144.95	130.46	117.27	120.46	130.46	120.46
17	149.40	139.79	137.51	121.65	137.51	121.65
18	183.39	165.06	155.91	147.82	165.05	147.82
19	138.16	124.35	120.45	115.41	124.34	115.41
20	164.09	147.68	132.44	147.06	147.68	147.06
21	162.39	146.15	155.18	119.97	146.15	119.97

Fuente: Elaboración propia

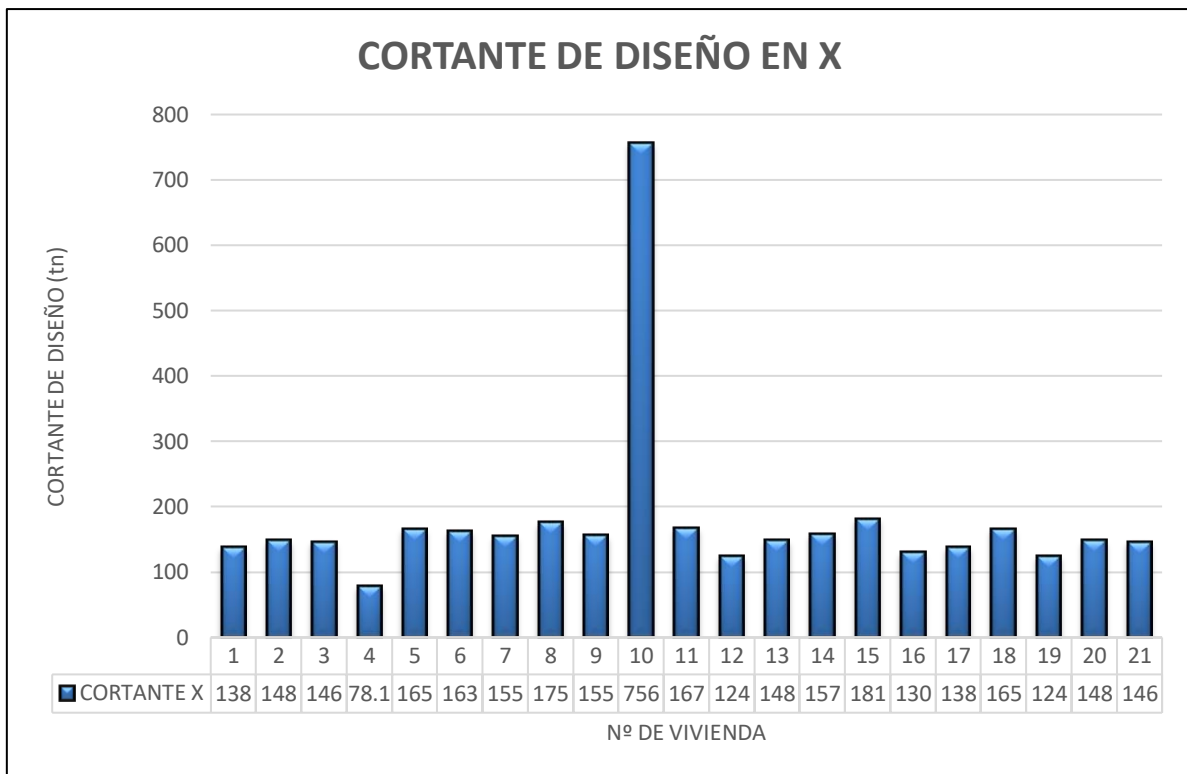


Figura 25: Cortante de diseño en "X"

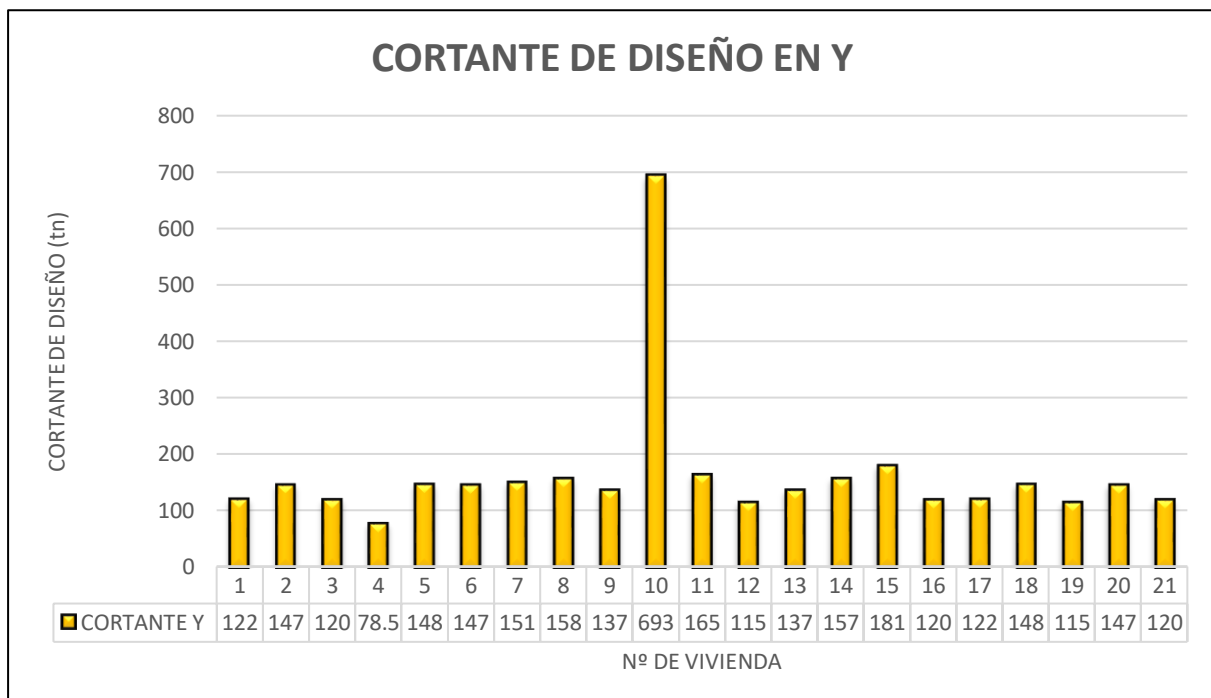


Figura 26: Cortante de diseño en "Y"

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\Sigma Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

**Tabla 19:** Densidad de muros, según la NTP 070 Albañilería

N° vivienda	Densidad de Muros	
	X	Y
1	No cumple	Cumple
2	No cumple	Cumple
3	No cumple	Cumple
4	No cumple	Cumple
5	No cumple	Cumple
6	No cumple	Cumple
7	No cumple	Cumple
8	No cumple	Cumple
9	No cumple	Cumple
10	No cumple	Cumple
11	No cumple	Cumple
12	No cumple	Cumple
13	No cumple	Cumple
14	No cumple	Cumple
15	No cumple	Cumple
16	No cumple	Cumple
17	No cumple	Cumple
18	No cumple	Cumple
19	No cumple	Cumple
20	No cumple	Cumple
21	No cumple	Cumple

Fuente: Elaboración propia



- Según la tabla N°18 y las figuras 25 y 26, se determinó que en la dirección “X” el 95.24% de las viviendas autoconstruidas toman una cortante basal que varía entre 75 tn – 175 tn y el 4.76% de las viviendas en estudio (vivienda N° 10) toma una fuerza cortante en la base de 755.92 tn, debido a que ocupa mayor área construida y en consecuencia de ello presenta mayor peso, lo cual hace que la cortante basal se incremente significativamente en comparación con el resto de viviendas en estudio. Sin embargo, según la tabla N° 19 se determinó que el 100% de las viviendas no cumplen con la densidad de muros en la dirección X, lo que hace que las viviendas no sean lo suficientemente resistentes para las fuerzas actuantes producido por el sismo. Así mismo, se determinó que la dirección Y no presentara deficiencias estructurales, ya que cumple con la densidad de muros.

### 3.2.2. Distorsiones

Para el cálculo de las distorsiones de entrepiso, se realizó el análisis dinámico en las 2 direcciones de análisis (X, Y); en con el software ETABS, lo cual se obtuvo las derivas elásticas, para así luego calcular las derivas inelásticas como lo indica la norma E.030-2018-Diseño Sismorresistente, así mismo se estableció el límite permisible como lo establece dicha norma.

$$\frac{\Delta_i}{h_{ei}} < 0.005 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**Tabla 20:** Resumen de todas las viviendas - Distorsión en "X-Y"

N° Vivienda	Nivel	Distorsión de entrepiso "Eje X"	Límite ( $\Delta / h < 0.005$ )	Distorsión de entrepiso "Eje Y"	Límite ( $\Delta / h < 0.005$ )
Vivienda 1	3	0.0011590	CUMPLE	0.0005940	CUMPLE
	2	0.0055004	NO CUMPLE	0.0008640	CUMPLE
	1	0.0021344	CUMPLE	0.0039218	CUMPLE
Vivienda 2	3	0.0047698	CUMPLE	0.0007178	CUMPLE
	2	0.0066440	NO CUMPLE	0.0010643	CUMPLE
	1	0.0110351	NO CUMPLE	0.0013905	CUMPLE
Vivienda 3	3	0.0051024	NO CUMPLE	0.0005693	CUMPLE
	2	0.0064123	NO CUMPLE	0.0011273	CUMPLE
	1	0.0025398	CUMPLE	0.0008280	CUMPLE
Vivienda 4	3	0.0004468	CUMPLE	0.0002273	CUMPLE
	2	0.0010800	CUMPLE	0.0003353	CUMPLE
	1	0.0010935	CUMPLE	0.0022590	CUMPLE
Vivienda 5	3	0.0078601	NO CUMPLE	0.0002025	CUMPLE
	2	0.0057984	NO CUMPLE	0.0002903	CUMPLE
	1	0.0006387	CUMPLE	0.0002655	CUMPLE
Vivienda 6	3	0.0014286	CUMPLE	0.0003285	CUMPLE
	2	0.0057063	NO CUMPLE	0.0005400	CUMPLE

	1	0.0051540	NO CUMPLE	0.0006413	CUMPLE
Vivienda 7	3	0.0007153	CUMPLE	0.0004433	CUMPLE
	2	0.0010653	CUMPLE	0.0006368	CUMPLE
	1	0.0021994	CUMPLE	0.0006503	CUMPLE
Vivienda 8	3	0.0012450	CUMPLE	0.0003758	CUMPLE
	2	0.0064125	NO CUMPLE	0.0006098	CUMPLE
	1	0.0015071	CUMPLE	0.0006255	CUMPLE
Vivienda 9	3	0.0000009	CUMPLE	0.0007178	CUMPLE
	2	0.0000019	CUMPLE	0.0010643	CUMPLE
	1	0.0000038	CUMPLE	0.0013905	CUMPLE
Vivienda 10	3	0.0042037	CUMPLE	0.0014648	CUMPLE
	2	0.0065427	NO CUMPLE	0.0032805	CUMPLE
	1	0.0087975	NO CUMPLE	0.0031320	CUMPLE
Vivienda 11	3	0.0027720	CUMPLE	0.0006570	CUMPLE
	2	0.0020458	CUMPLE	0.0009225	CUMPLE
	1	0.0028485	CUMPLE	0.0008438	CUMPLE
Vivienda 12	3	0.0047889	CUMPLE	0.0005715	CUMPLE
	2	0.0067014	NO CUMPLE	0.0008010	CUMPLE
	1	0.0021497	CUMPLE	0.0007673	CUMPLE
Vivienda 13	3	0.0010194	CUMPLE	0.0003600	CUMPLE
	2	0.0017519	CUMPLE	0.0005738	CUMPLE
	1	0.0052307	NO CUMPLE	0.0008685	CUMPLE
Vivienda 14	3	0.0007440	CUMPLE	0.0003938	CUMPLE
	2	0.0018666	CUMPLE	0.0006705	CUMPLE
	1	0.0021038	CUMPLE	0.0006683	CUMPLE
Vivienda 15	3	0.0051174	NO CUMPLE	0.0005063	CUMPLE
	2	0.0057894	NO CUMPLE	0.0007560	CUMPLE
	1	0.0023466	CUMPLE	0.0007808	CUMPLE
Vivienda 16	3	0.0013043	CUMPLE	0.0002768	CUMPLE
	2	0.0016581	CUMPLE	0.0004478	CUMPLE
	1	0.0020368	CUMPLE	0.0004860	CUMPLE
Vivienda 17	3	0.0078601	NO CUMPLE	0.0007178	CUMPLE
	2	0.0057984	NO CUMPLE	0.0010643	CUMPLE
	1	0.0006387	CUMPLE	0.0013905	CUMPLE
Vivienda 18	3	0.0047698	CUMPLE	0.0003285	CUMPLE
	2	0.0066440	NO CUMPLE	0.0005400	CUMPLE
	1	0.0110351	NO CUMPLE	0.0006413	CUMPLE
Vivienda 19	3	0.0014286	CUMPLE	0.0006570	CUMPLE
	2	0.0057063	NO CUMPLE	0.0009225	CUMPLE
	1	0.0051540	NO CUMPLE	0.0008438	CUMPLE
Vivienda 20	3	0.0010194	CUMPLE	0.0002273	CUMPLE
	2	0.0017519	CUMPLE	0.0003353	CUMPLE
	1	0.0052307	NO CUMPLE	0.0022590	CUMPLE
Vivienda 21	3	0.0012450	CUMPLE	0.0003938	CUMPLE
	2	0.0064125	NO CUMPLE	0.0006705	CUMPLE
	1	0.0015071	CUMPLE	0.0006683	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21: Resumen - Distorsión en "X-Y"**

Limite ( $\Delta / h < 0.005$ )	Distorsión de entrepiso ( $\Delta / h$ )	
	X (%)	Y(%)
NO CUMPLE	71.43	0
CUMPLE	28.57	100

Fuente: Elaboración propia

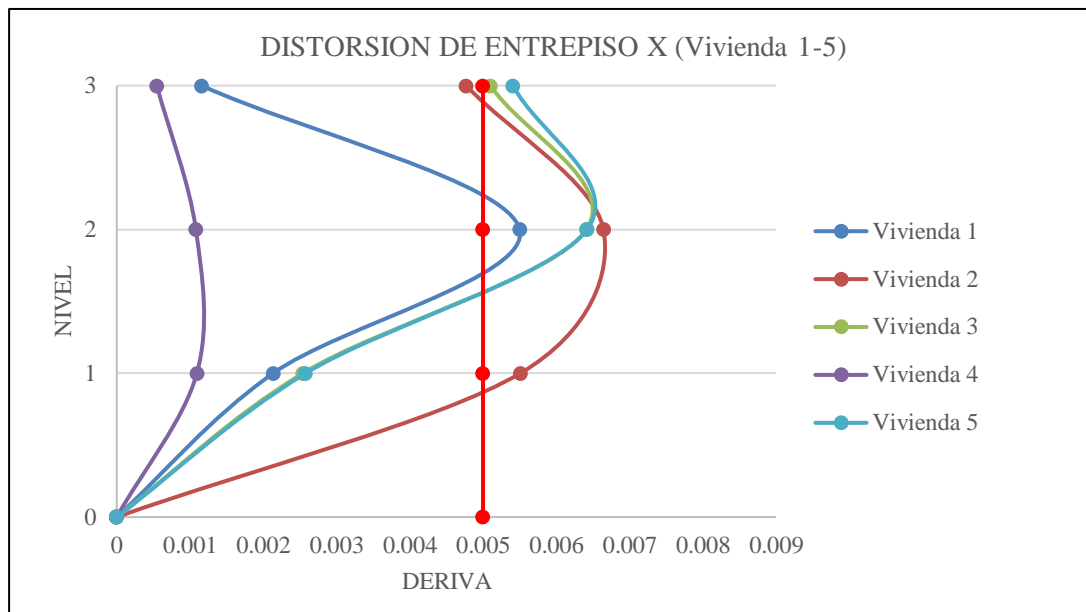


Figura 27: Grafico de distorsiones - Vivienda ( 1-5)

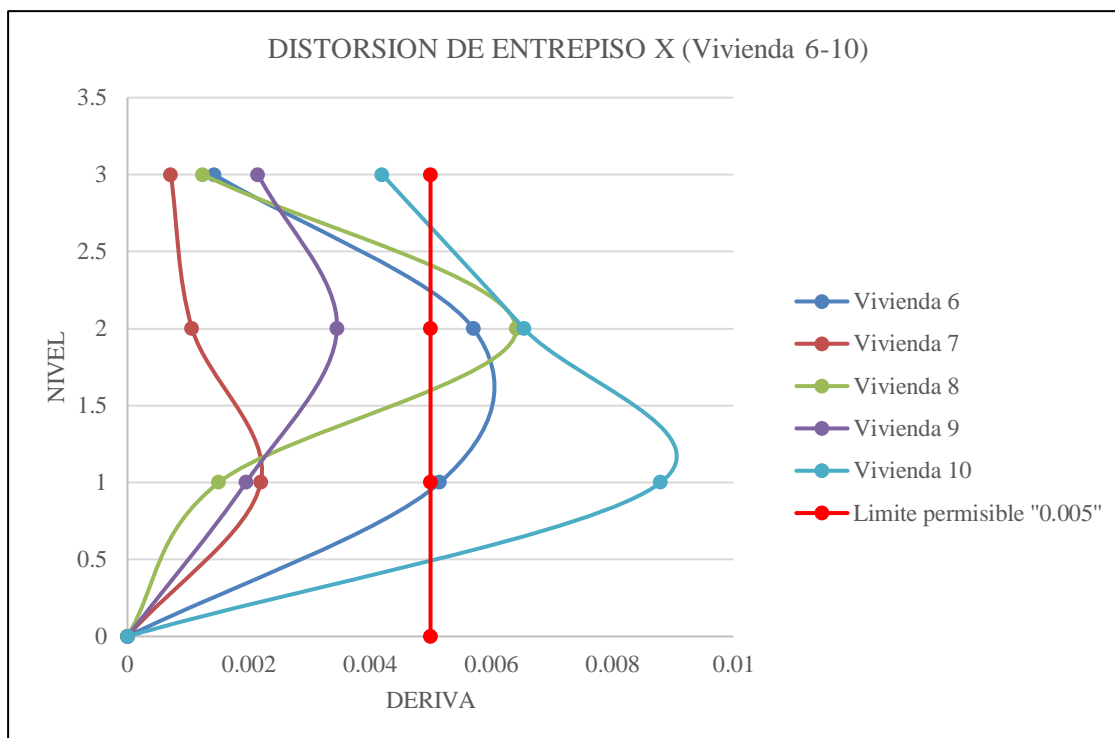


Figura 28: Grafico de distorsiones - Vivienda ( 6-10)

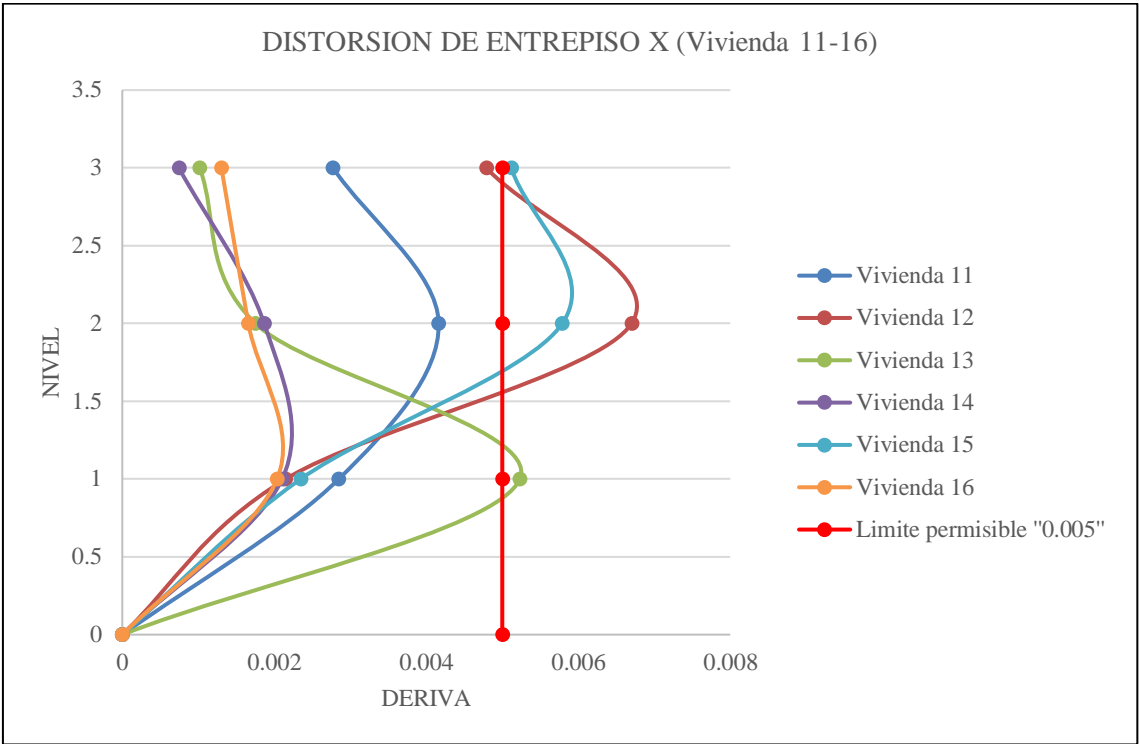


Figura 29: Grafico de distorsiones - Vivienda ( 11-16)

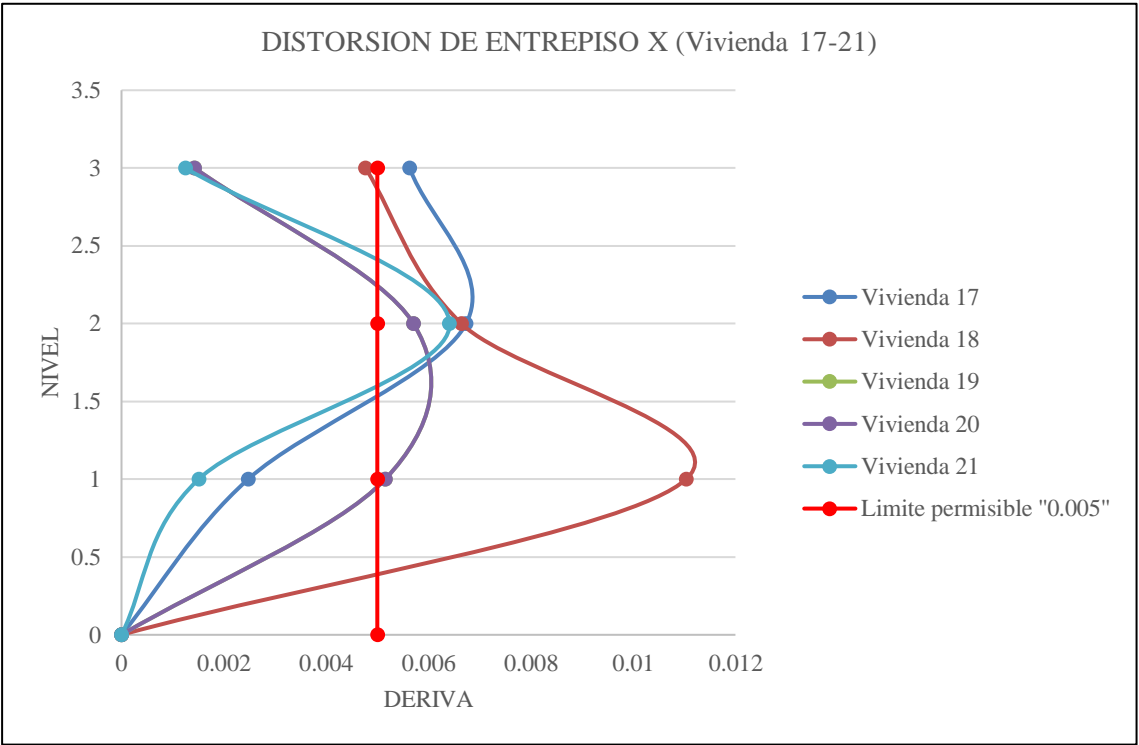


Figura 30: Grafico de distorsiones - Vivienda ( 17-21)

- De las tablas N° 19, 20 y las figuras 27, 28, 29, 30; se determinó que en la dirección “X” el 71.43% de las viviendas autoconstruidas en estudio exceden el límite permisible de distorsión, debido a que en dicha dirección está compuesta por muros de tabiquería los cuales no cuentan con la suficiente rigidez lateral, con lo cual se verifica que en esta dirección existe poca densidad de muros.

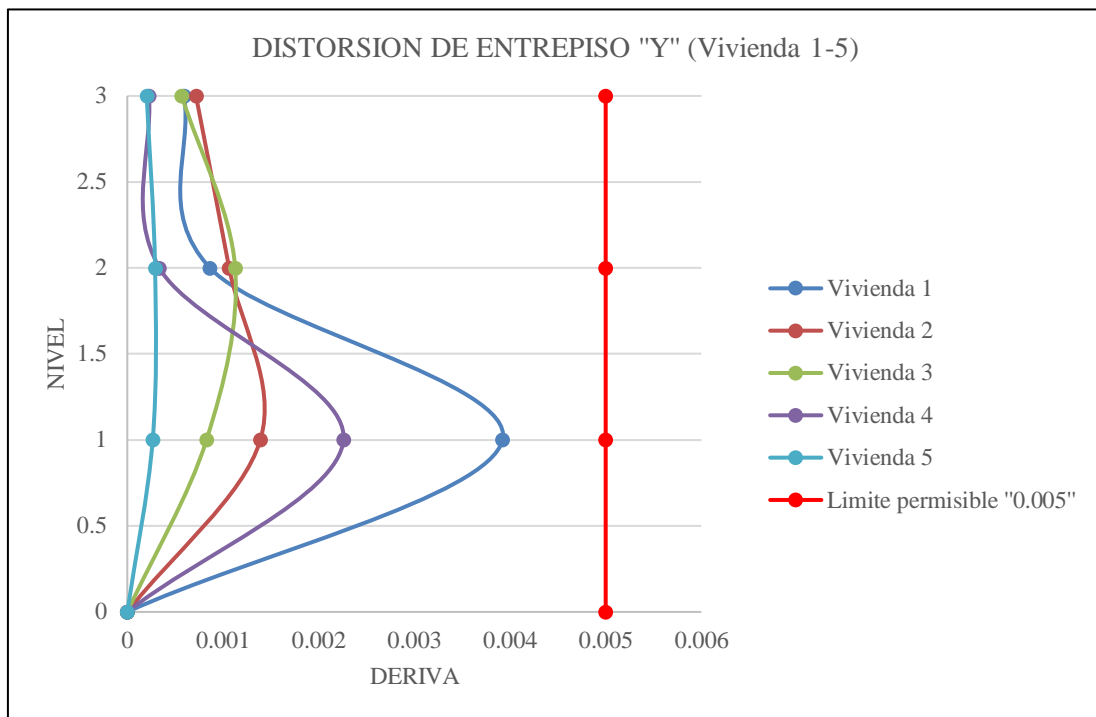


Figura 31: Grafico de distorsiones "Y" - Vivienda ( 1-5)

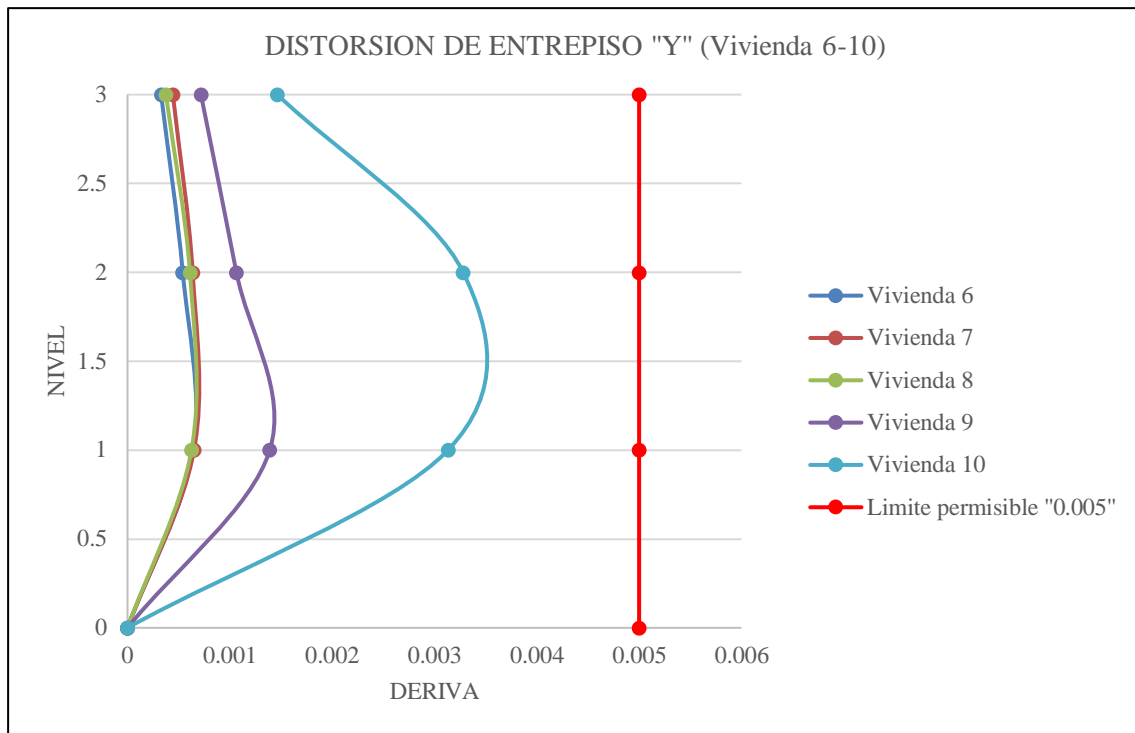


Figura 32: Grafico de distorsiones "Y" - Vivienda ( 6-10)

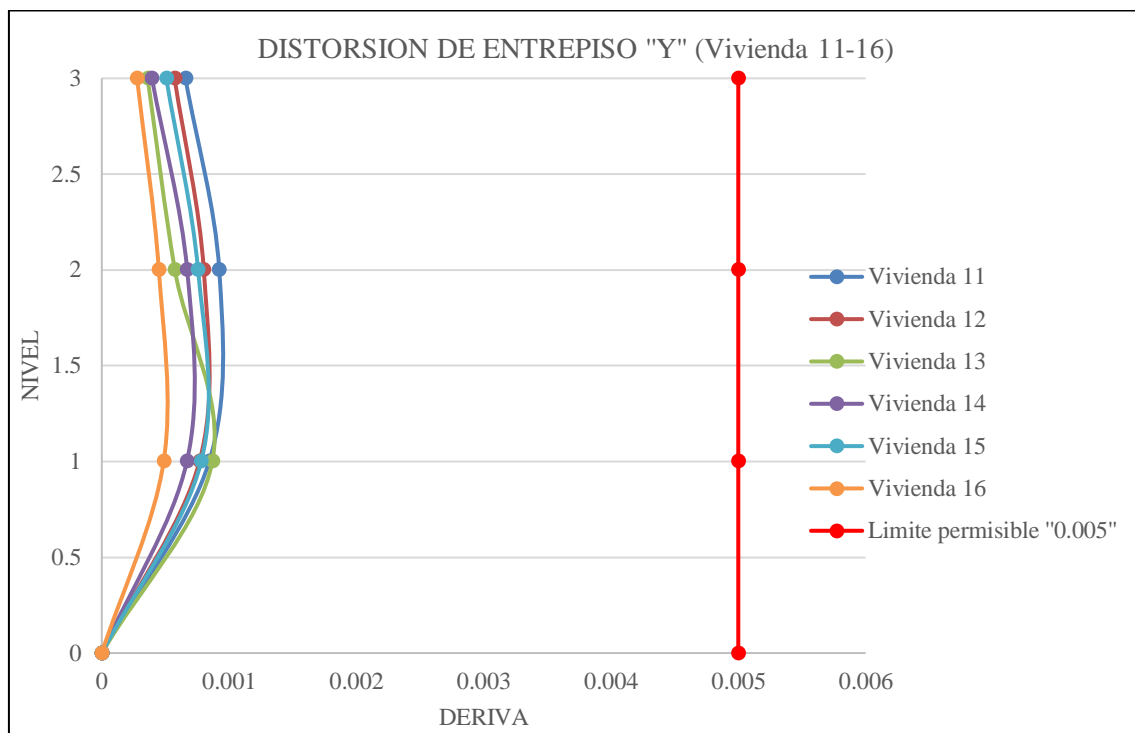


Figura 33: Grafico de distorsiones "Y" - Vivienda ( 11-16)

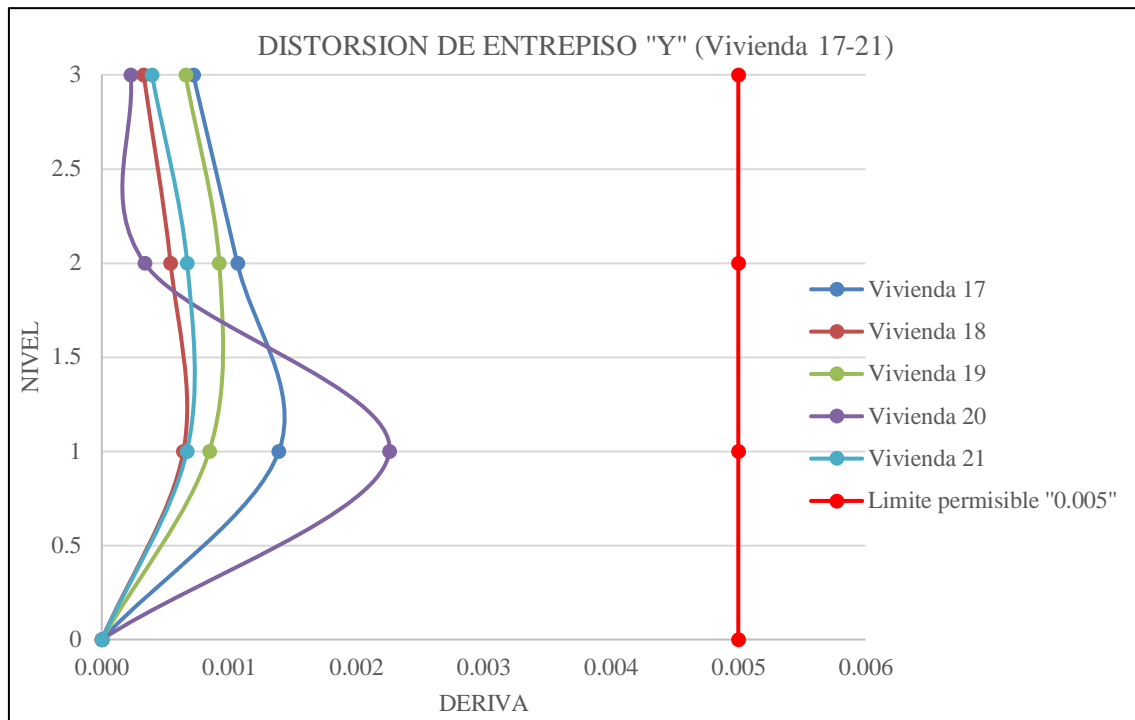


Figura 34: Grafico de distorsiones "Y" - Vivienda ( 17-21)

- De las tablas N° 20 ,21 y las figuras 31, 32, 33, 34, se determinó que el 100% de las viviendas estudiadas en la dirección “Y” cumplen con el límite permisible de la distorsión de entrepiso establecido por la norma E.030-Diseño Sismorresistente, ya que en esa dirección de análisis existe en su mayoría muros de albañilería confinado por sus cuatro bordes, lo que se conoce como muros portantes lo cuales proporcionan la adecuada resistencia y rigidez evitando así sobrepasar los máximos permitidos.

### 3.2.4. Desplazamientos

Para el cálculo de las distorsiones de entrepiso, se realizó el análisis dinámico en las 2 direcciones de análisis (X, Y); en con el software ETABS, lo cual se obtuvo los desplazamientos elásticos, para así luego calcular los desplazamientos inelásticos como lo establece la norma E030-2018 Diseño Sismorresistente.

$$\Delta_{inelastico} = \Delta_{elastico} * 0.75 * R \rightarrow \text{Para estructurales regulares}$$

$$\Delta_{inelastico} = \Delta_{elastico} * 0.85 * R \rightarrow \text{Para estructurales irregulares}$$

**Tabla 22:** *Resumen de todas las viviendas - Desplazamientos en "X-Y"*

Nº Vivienda	Nivel	Desplazamientos máximos "X" (cm)	Desplazamientos máximos "Y" (cm)
Vivienda 1	3	0.691	0.279
	2	3.341	0.393
	1	0.757	0.309
Vivienda 2	3	0.345	0.104
	2	0.306	0.092
	1	1.090	0.180
Vivienda 3	3	0.627	0.204
	2	0.685	0.192
	1	0.310	0.393
Vivienda 4	3	2.774	0.861
	2	1.072	0.284
	1	1.072	0.284
Vivienda 5	3	1.240	0.216
	2	0.669	0.201
	1	0.824	0.246
Vivienda 6	3	0.711	0.145
	2	0.306	0.393
	1	3.015	0.179
Vivienda 7	3	1.090	0.284
	2	1.171	0.104
	1	0.685	0.201
Vivienda 8	3	0.691	0.279
	2	3.341	0.393
	1	0.757	0.309
Vivienda 9	3	0.345	0.104
	2	0.306	0.092
	1	1.090	0.180
Vivienda 10	3	0.627	0.204
	2	0.685	0.192
	1	0.310	0.393
Vivienda 11	3	2.774	0.861
	2	1.072	0.284
	1	1.072	0.284
Vivienda 12	3	1.240	0.216
	2	0.669	0.201
	1	0.824	0.246
Vivienda 13	3	0.711	0.145
	2	0.306	0.393
	1	3.015	0.179
Vivienda 14	3	1.090	0.284
	2	1.171	0.104
	1	0.685	0.201
Vivienda 15	3	0.715	0.279
	2	3.341	0.393
	1	0.757	0.309
Vivienda 16	3	0.345	0.104
	2	0.306	0.092
	1	1.090	0.180



Vivienda 17	3	0.627	0.204
	2	0.685	0.192
	1	0.310	0.393
Vivienda 18	3	2.774	0.861
	2	1.072	0.284
	1	1.072	0.284
Vivienda 19	3	1.240	0.216
	2	0.669	0.201
	1	0.824	0.246
Vivienda 20	3	0.711	0.145
	2	0.306	0.393
	1	3.015	0.179
Vivienda 21	3	1.090	0.284
	2	1.171	0.104
	1	0.685	0.201

Fuente: Elaboración propia

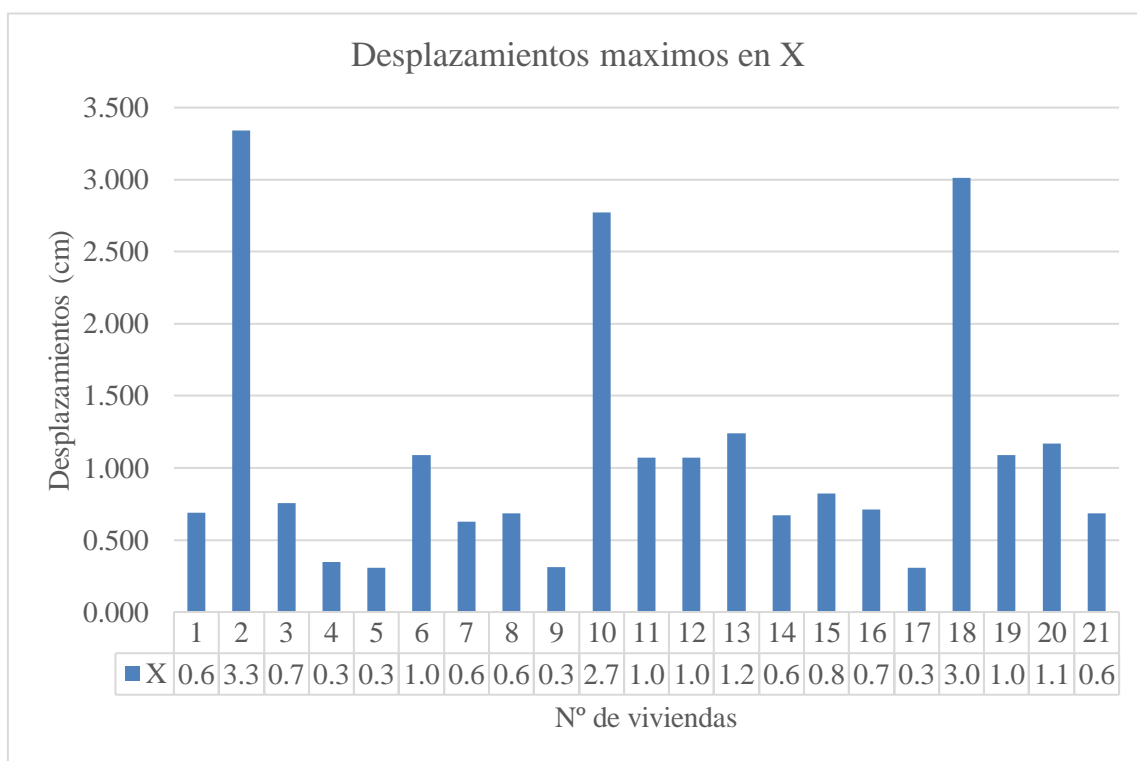


Figura 35: Desplazamiento máximos en "X"

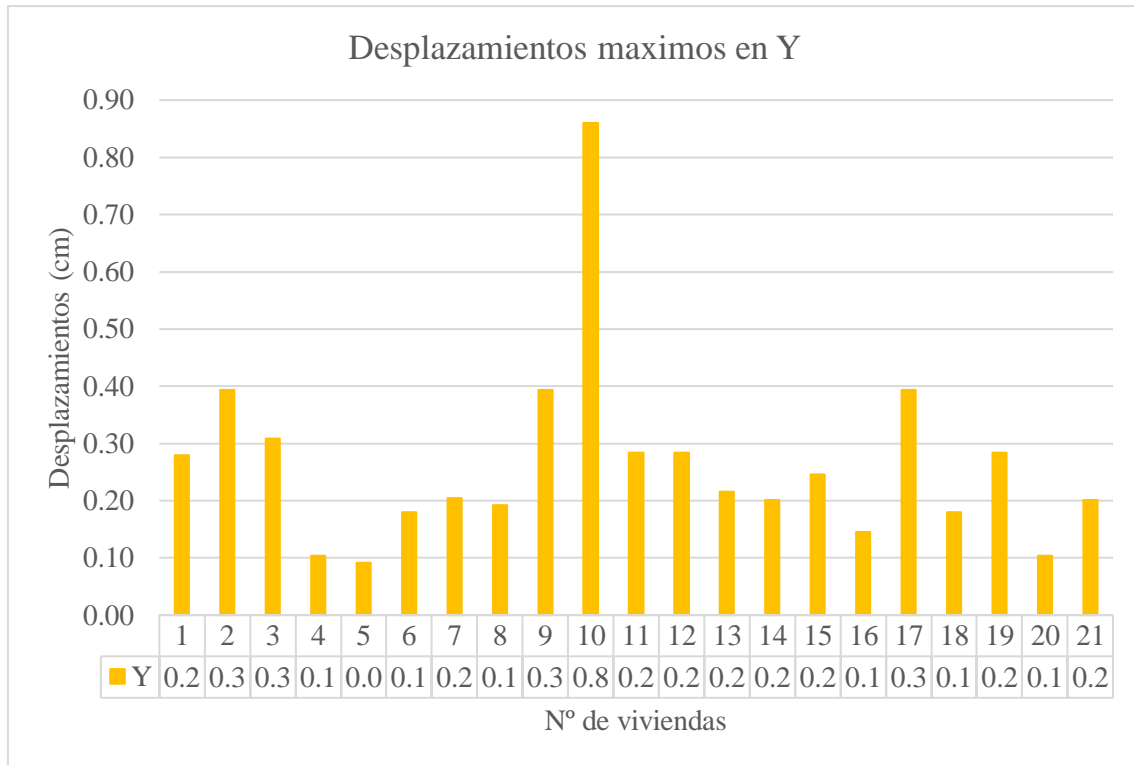


Figura 36: Desplazamiento máximos en "Y"

### En la dirección "X"

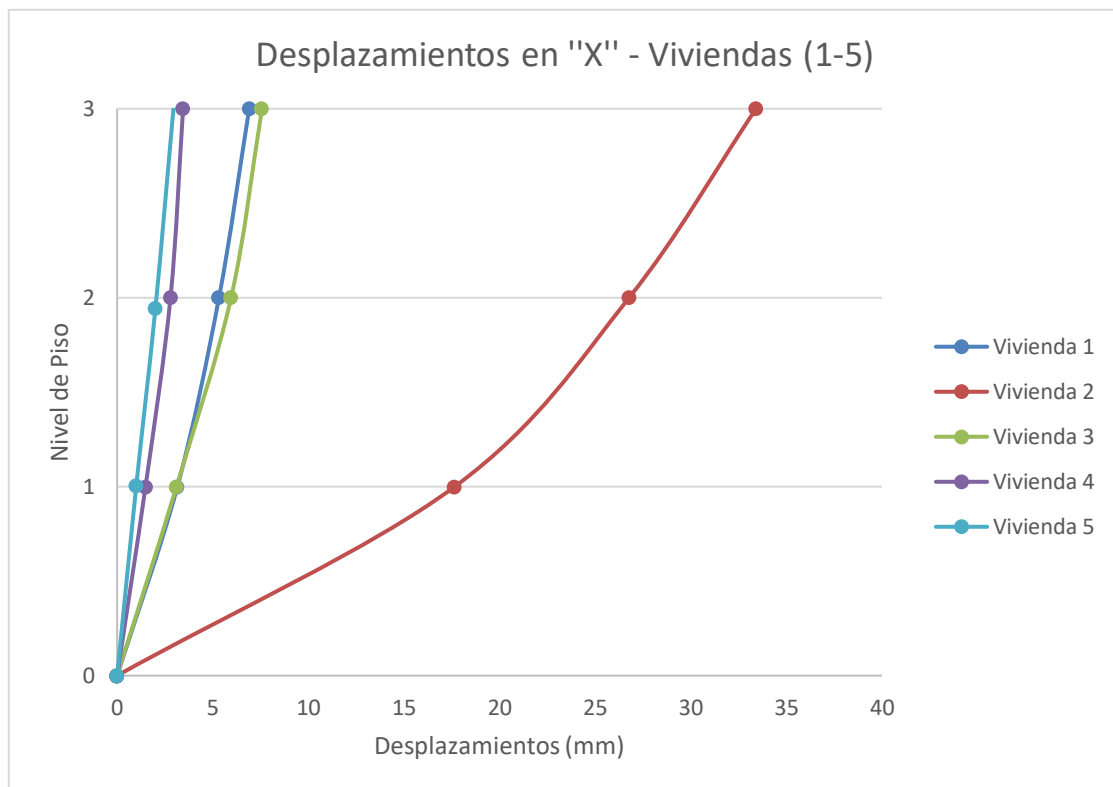


Figura 37: Desplazamientos máximos en la dirección "X"- Vivienda (1-5)

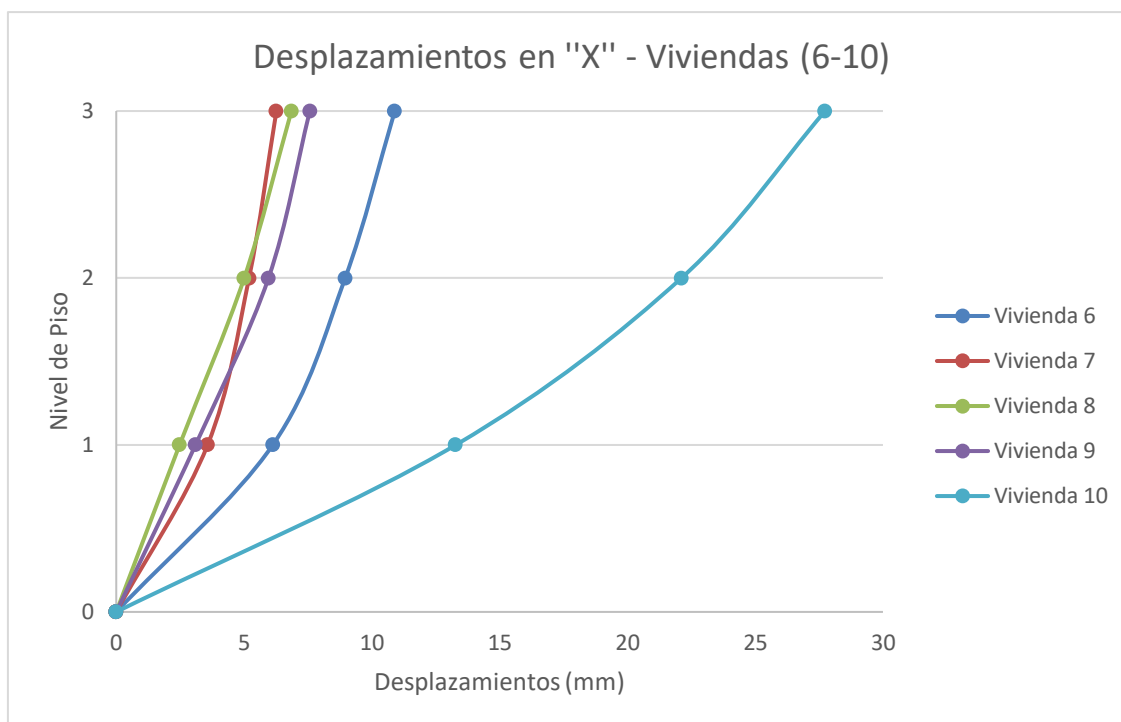


Figura 38: Desplazamientos máximos en la dirección "X"- Vivienda (6-10)

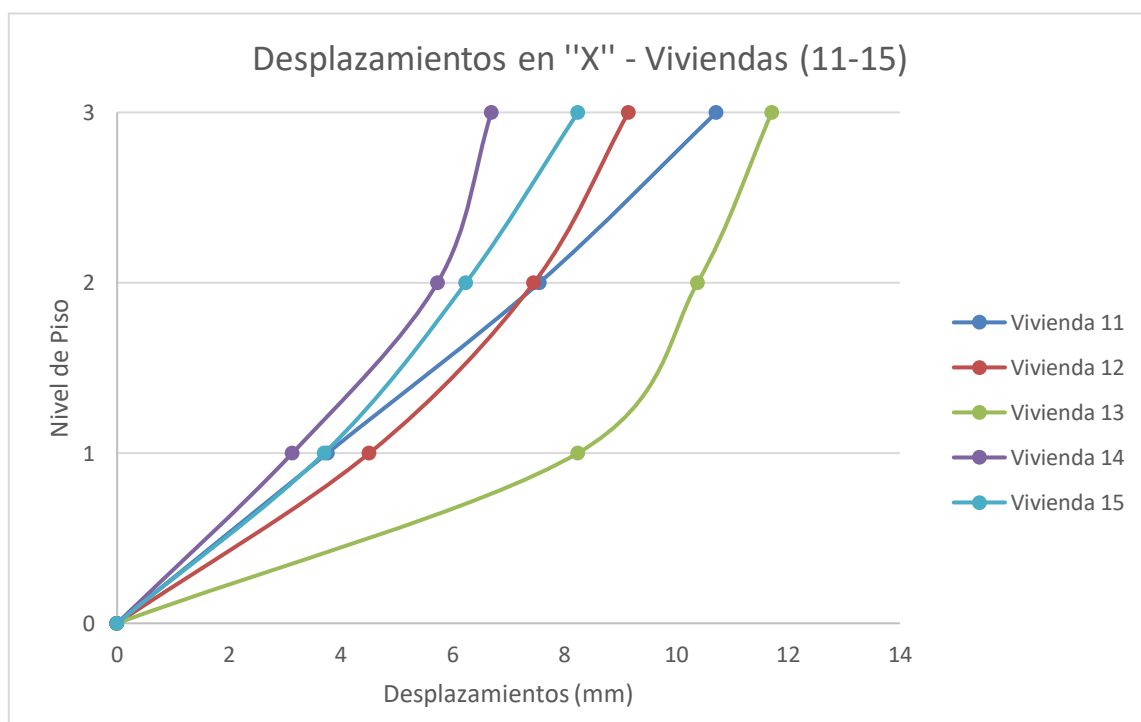


Figura 39: Desplazamientos máximos en la dirección "X"- Vivienda (11-15)

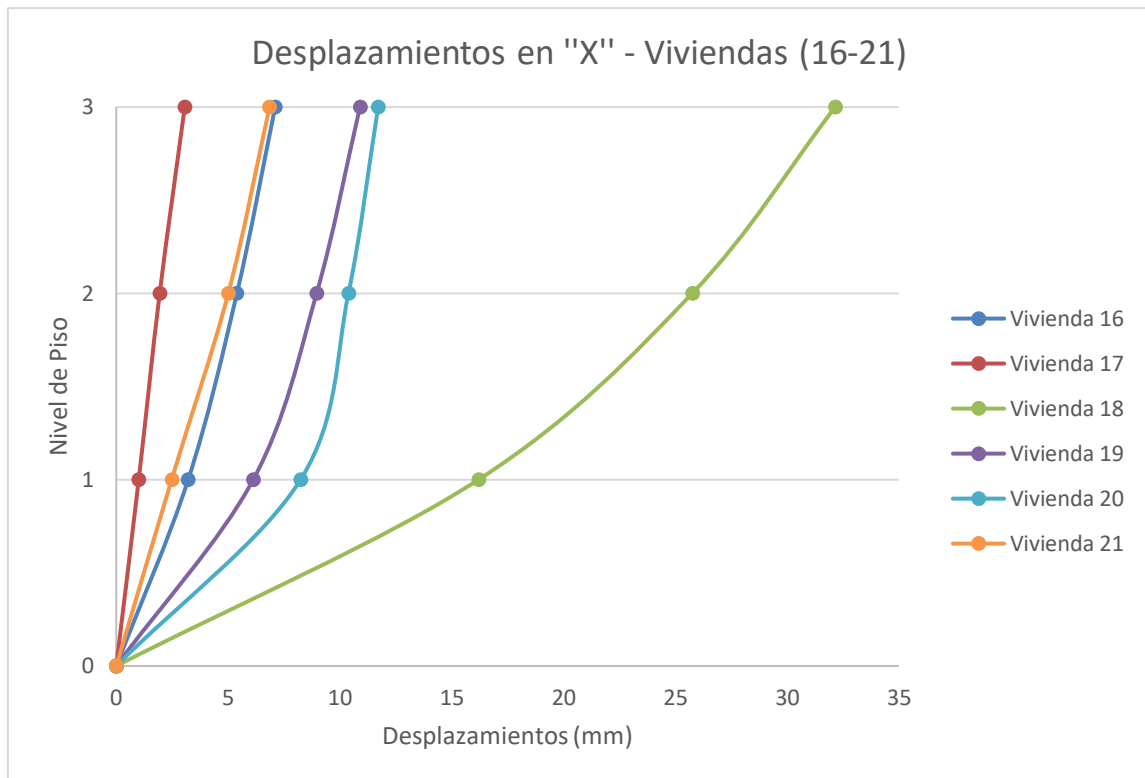


Figura 40: Desplazamientos máximos en la dirección "X"- Vivienda (16-21)

### En la dirección "Y"

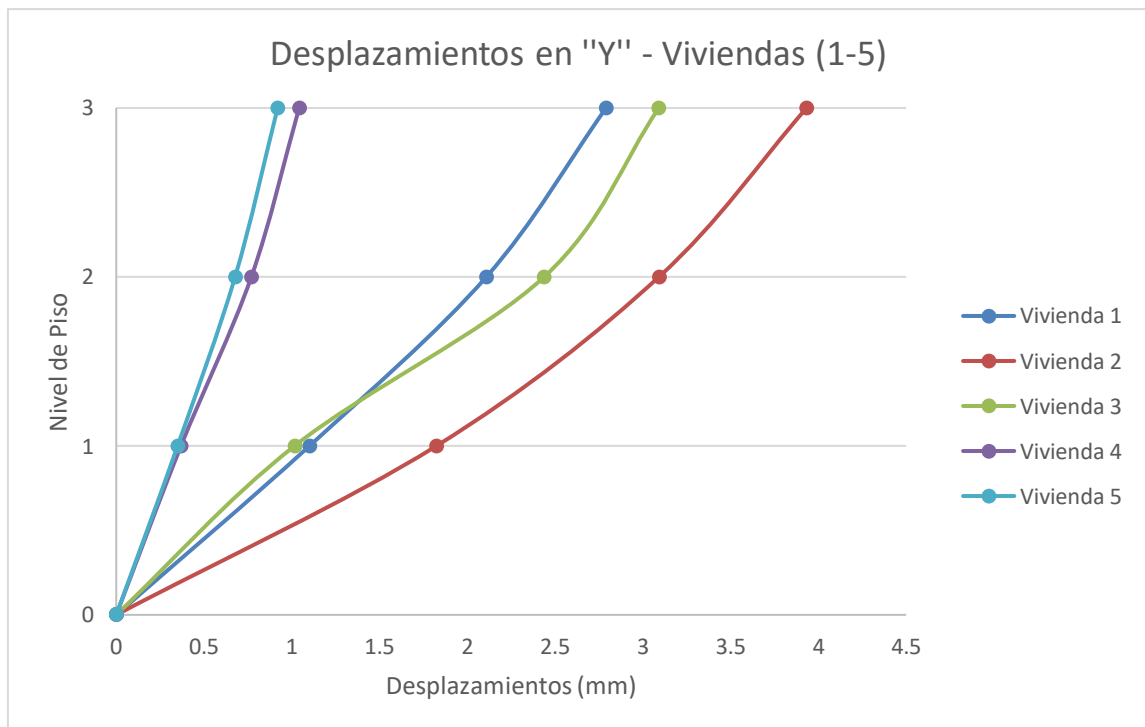


Figura 41: Desplazamientos máximos en la dirección "Y"- Vivienda (1-5)

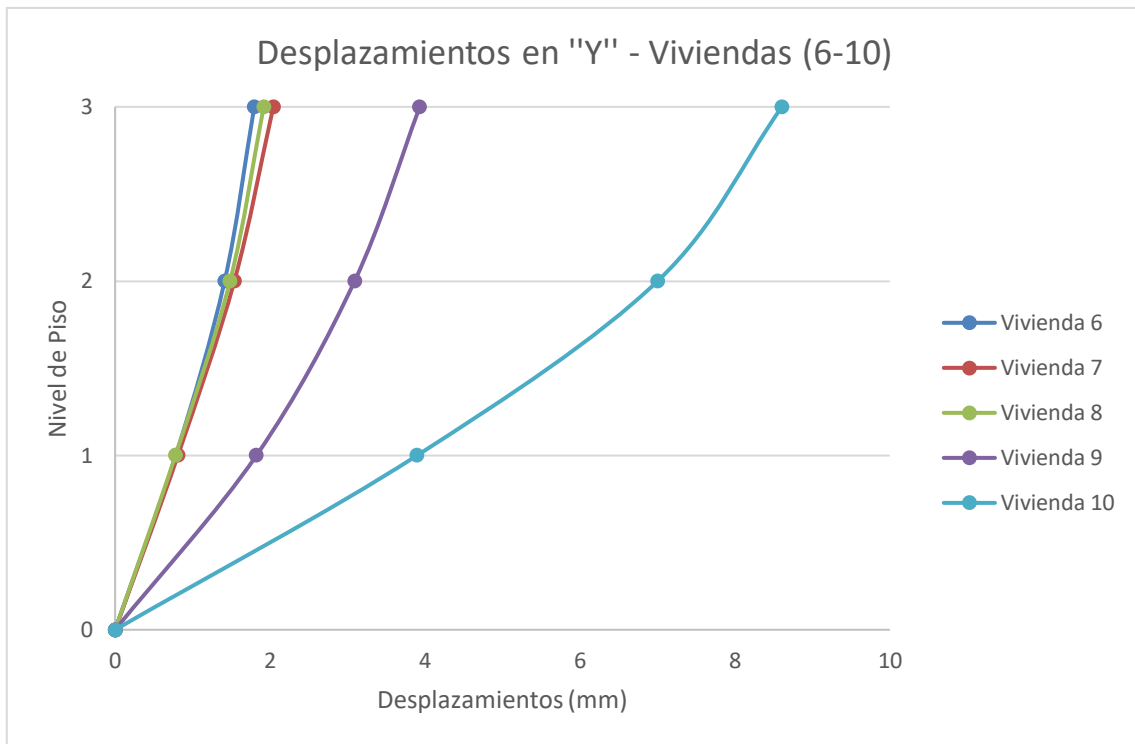


Figura 42: Desplazamientos máximos en la dirección "Y"- Vivienda (6-11)

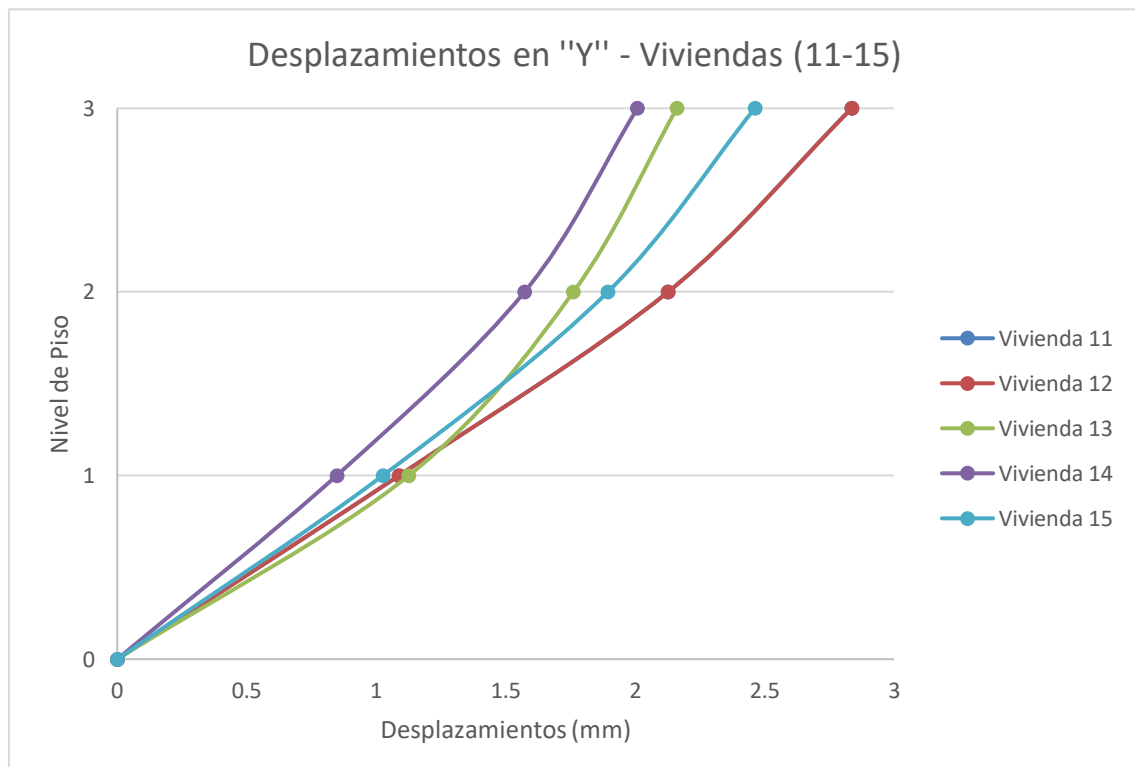


Figura 43: Desplazamientos máximos en la dirección "Y"- Vivienda (11-15)

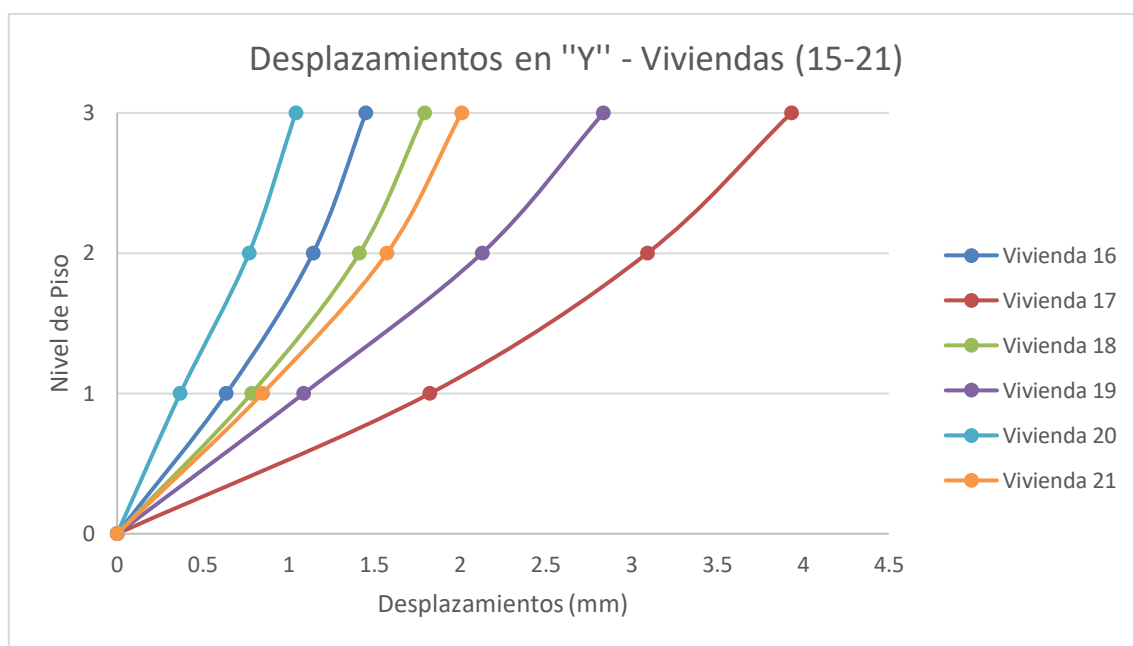


Figura 44: Desplazamientos máximos en la dirección "Y"- Vivienda (15-21)

- De la tabla N° 22 y la figura N° 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44; se determinó en ambas direcciones el desplazamiento máximo de las viviendas se encuentran en el tercer nivel. En la dirección X el 19.05% de las viviendas autoconstruidas tienen un desplazamiento máximo que varía entre 0.1 cm a 0.5 cm, el 38.10% varía entre 0.5cm a 1 cm, el 28.57% varía entre 1 cm a 2 cm y finalmente se tiene un 14.28% que representan los desplazamientos críticos que varían entre 2 cm a 4 cm, lo cual representa un punto a importante a evaluar, teniendo en cuenta que las viviendas en estudio no cuentan con la correspondiente junta sísmica, lo que tendrá como consecuencia que estas viviendas se golpeen entre sí durante la ocurrencia de un sismo, es decir su comportamiento sísmico no sería independiente como se espera. Sin embargo, para la dirección Y el 100% de las viviendas autoconstruidas presentan menores desplazamientos en comparación a los desplazamientos de la dirección en X, los cuales varían desde 0.1 cm a 0.45 cm, esto se debe a que en dicha dirección se conforma en su mayoría por muros estructurales, los cuales dotan a la estructura de la adecuada resistencia y rigidez en dicha dirección de análisis.

**Hipótesis general:** El análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.

Según la tabla N° 18,20 y 22, se valida la hipótesis general, es decir, que el análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles, debido a que de la evaluación de las viviendas autoconstruidas la cortante basal, distorsión y desplazamientos que presentan dichas viviendas, no cumplen con un adecuado comportamiento sísmico, lo que representa que estas viviendas sean vulnerables ante un evento sísmico.

**Hipótesis específica 1:** El análisis de la cortante basal influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.

Según los resultados de la tabla N° 18, se valida la primera hipótesis específica, es decir, se afirma que El análisis de la cortante basal influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019, ya que el 95.24% de las viviendas autoconstruidas la cortante dinámica era menor que el 80% o 90% de la cortante estática.

**Hipótesis específica 2:** El análisis de las distorsiones influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.

Según los resultados de la tabla N° 20, se valida la segunda hipótesis específica, es decir, se afirma que El análisis de las distorsiones influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles, ya que el 71.43% de las viviendas autoconstruidas exceden el límite “0.005” de albañilería en la dirección X, puesto que en dicha dirección no presenta una rigidez adecuada.

**Hipótesis específica 3:** El análisis de los desplazamientos influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019. Según los resultados de la tabla N° 22, se valida la tercera hipótesis específica, es decir, se afirma que El análisis de los desplazamientos influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles, ya que en la dirección X el 19.05% de las viviendas autoconstruidas tienen un desplazamiento máximo que varía entre 0.1 cm a 0.5 cm, el 38.10% varía entre 0.5cm a 1 cm, el 28.57% varía entre 1 cm a 2 cm y finalmente se tiene un 14.28% que representan los desplazamientos críticos que varían entre 2 cm a 4 cm.

#### **IV. DISCUSSION**



En relación con el primer objetivo específico, según VERA, Roxana (2017), en su tesis titulada. *Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida el año 2012, sector camino Real II, calle Tres Marías – Provincia de Jaén*, determinó que las viviendas autoconstruidas presentan deficiencias estructurales, ya que al verificar la cortante basal dinámica tanto en la dirección X fue de 193.76 toneladas y en la dirección Y de 220.05 toneladas, así mismo se verificó que en la dirección X no cumple con la densidad de muros, entonces se determina que en dicha dirección no resistirá la fuerza cortante actuante, lo que recomienda un diseño de refuerzo para dicha dirección. Así mismo Baldeon (2017), afirma que las viviendas autoconstruidas no cumplen con la cortante mínima, ya que no han llevado criterios sismorresistentes en sus construcciones. llevado un diseño sismorresistente. La presente investigación es similar a las investigaciones citadas, ya que se obtuvieron como resultados, que el 95.24% de las viviendas estudiadas toman aproximadamente entre 75 tn – 175 tn cortante basal, además se determinó que el 100% de las viviendas en la dirección X no cumplen con la densidad de muros; por ende, en la dirección X será vulnerable ante un evento sísmico.

Con respecto al segundo objetivo específico, según VILLALTA, Yesenia (2018), en su tesis titulada. *Placas de concreto armado para la mejora del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo, Lima 2018*, se determinó que las viviendas autoconstruidas presentan deficiencias estructurales, debido a que las distorsiones de entrepiso calculadas en la dirección X es igual a 0.0129 y en la dirección Y es de 0.00613, con lo cual se afirma que la distorsión en la dirección excede el límite permisible como lo indica la norma E030-2018 “Diseño Sismorresistente”. Así mismo Tito (2018), afirma que las viviendas autoconstruidas poseen poca rigidez, porque generalmente al realizar la construcción, los muros no son debidamente confinados lo que genera que, al realizar el análisis, resultan desplazamientos que excedan de lo que está permitido. La presente investigación es similar a las investigaciones citadas, ya que el análisis de las viviendas reveló que en la dirección X el 71.43% de las viviendas no cumplen con la distorsión máxima que establece la norma la norma E030-2018, sin embargo, en la dirección Y el 100% de las viviendas cumplen con dicha disposición. Con lo cual se puede afirmar que el comportamiento sísmico de las viviendas en estudio es deficiente en la dirección X, puesto a que, se observó que la configuración estructural de cada vivienda en esa dirección está conformada por muros no estructurales (tabiquería).

En cuanto al tercer objetivo específico, según VERA, Roxana (2017), en su tesis titulada. *Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida el año 2012, sector camino Real II, calle Tres Marías – Provincia de Jaén*, se determinó que las viviendas autoconstruidas presentan deficiencias estructurales, ya que los puntos de control mostraron que el máximo desplazamiento en la dirección “X” fue de 1.79 cm, debido a que las vivienda muestran deficiencia de rigidez en dicha dirección, lo que en la realidad la vulnerabilidad sísmica de las viviendas será mayor , ya que se debe tener en cuenta que estas viviendas no han respetado la junta sísmica correspondiente. Sin embargo, en la dirección Y los desplazamientos significativamente son menores respecto a la dirección X. Además, Flores (2018), menciona que las viviendas autoconstruidas presentan un comportamiento sísmico deficiente, porque presentan desplazamientos relevantes de evaluar, ya que generalmente estas viviendas no presentan la junta sísmica. La presente investigación es similar a las investigaciones citadas, ya que las viviendas estudiadas en la dirección X presentan al 71% desplazamientos significativos, los cuales ascienden hasta 3.54 cm, esto se debe a que en dicha dirección no se ha dotado a la edificación con la densidad de muros portantes necesarios, generando que la vivienda muestre escasa rigidez y falle ,sin embargo en la dirección Y los desplazamientos son mínimos debido a que, la mayoría de las viviendas en la dirección Y cuentan con muros estructurales o también llamados muros portantes.

## **V. CONCLUSIONES**

- Luego de realizar la evaluación del comportamiento sísmico realizado a las 21 viviendas autoconstruidas de tres niveles en la urb. Virgen del Rosario II etapa, se determinó que las viviendas autoconstruidas de tres niveles presentan un inadecuado comportamiento sísmico, ya que los resultados obtenidos mostraron que las viviendas presentan deficiencias estructurales, tales como la poca densidad de muros en la dirección X, así mismo se determinó que las viviendas exceden la distorsión permisible en la dirección X “0.005”, y además se presentaron desplazamientos importantes en la dirección “X”, que hace que presenten un inadecuado comportamiento sísmico, por ello se tiene que realizar una intervención de reforzamiento estructural para cada vivienda estudiada, así mismo que las entidades correspondientes realicen una intervención a todas las viviendas que tengan este tipo de características, para así disminuir el riesgo que están expuestas estas viviendas autoconstruidas ante un sismo de gran magnitud. Por lo tanto, se determinó que el análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019.
- Con respecto a la evaluación realizada, según la tabla N° 18, se determinó que en la dirección “X” el 95.24% de las viviendas autoconstruidas toman una cortante basal que varía entre 75 tn – 175 tn, así mismo según la tabla N° 19 se determinó que el 100% de las viviendas no cumplen la disposición de resistencia estructural, de la densidad de muros en la dirección “X”, lo que hace que las viviendas no sean lo suficientemente resistentes para las fuerzas actuantes producido por el sismo. Por lo tanto, se determinó, el análisis de la cortante basal influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles.
- Según la evaluación, determinó según la tabla N°20 que el 71.43% de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en la dirección “X” con cumple con la distorsión de entrepiso permisible que establece la NTP E030-2018, esto se debe a que, en dicha dirección está conformada por muros no estructurales lo que hace que no tenga la suficiente rigidez lateral y con ello se presenten mayores distorsiones; sin embargo, según la tabla N° 20 se determinó para la dirección “Y” que el 100% de las viviendas autoconstruidas de tres niveles si cumplen con la distorsión permisible establece la NTP E030-2018. Por lo tanto, se determinó que el análisis de las distorsiones influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles.

- De la evaluación, según la tabla N° 21, se determinó se determinó que el 71% de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en la dirección “X” presentan desplazamientos significativos, esto se debe que en dicha dirección no se realizó una buena estructuración, por ende no cumple con la densidad mínima de muros portantes, que es un requisito estructural como lo establece la NTP 070-2006, generando así que las viviendas sean vulnerables ante la ocurrencia de un sismo, ya que se debe tener en cuenta que en la realidad estas viviendas autoconstruidas en su mayoría no presentan la junta sísmica, lo que hará que el comportamiento de las viviendas sea deficiente, puesto que durante la ocurrencia del sismo habrá el golpeteo entre las viviendas adyacentes, lo que el daño puede ser grave, ya que todas las viviendas no tienen la misma altura, lo que ocasionaría que durante la vibración de las losas de una vivienda, pueden golpear a media altura a las columnas de la vivienda adyacente. Sin embargo, en la para la dirección “Y” el 100% de las viviendas autoconstruidas de tres niveles presentan menores desplazamientos con respecto a la dirección “Y” ya que esta dirección, tiene una buena rigidez ya que se cuentan con muros portantes en todo su perímetro. Por lo tanto, se determinó que el análisis de los desplazamientos influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para las viviendas autoconstruidas, diseñar un tipo de reforzamiento como la implementación de placas de concreto de armado, ya que investigaciones anteriores se tuvo que la implementación de este tipo de reforzamiento se obtuvieron resultados satisfactorios, entonces se podrá disminuir los desplazamientos críticos que se determinaron en la investigación, y así poder disminuir la vulnerabilidad, con ello mejorar el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en la urb. Virgen del Rosario II etapa.
- Se recomienda realizar ensayos para determinar las características mecánicas del concreto y del acero, para conocer el nivel de corrosión del acero producto a la carbonatación del concreto, debido a que estas viviendas autoconstruidas tienen años de haberse construido, además se sabe que en el proceso de construcción no han contado con controles de calidad de los materiales.
- Se recomienda para futuras construcciones en la urb. Virgen del Rosario, que las unidades de albañilería para los muros portantes deben emplearse los que están establecidos en la norma E.070, ya que muchas de las viviendas están construidas con ladrillo pandereta lo que hace, que estas viviendas sean aún más vulnerables.
- Las viviendas que presentan problemas constructivos, como fisuras en las columnas y vigas, o en los muros portantes, se recomienda que sean reparadas para luego ser reforzadas, para que tengan un adecuado comportamiento ante un sismo que puede ocurrir en un futuro.

## REFERENCIAS

AFANADOR, NELSON y otros. Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea], junio 2012. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91125275003>

ISSN: 0124-8170

ABREU, José. El Método de la Investigación. Internacional Journal of Good Consience [en línea], diciembre 2014. [Fecha de consulta: 2 de junio 2019].

Disponible en: [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)

ISSN: 1870 – 557X

ASTROZA I., MAXIMILIANO, SCHMIDT A., Andrés. Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. Revista de Ingeniería Sísmica [en línea] 2004, (enero-junio) .[Fecha de consulta: 29 de mayo de 2019]

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61807003>

ISSN 0185-092X

BEDOYA, Daniel y FARBIARZ, Josef. Ferrocemento: Material apto para la construcción en zonas sísmicas. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras [en línea], volumen 8, N. 2, 2003. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2019].

Disponible en: [https://ia801305.us.archive.org/35/items/RevistaInternacional2003Vol8N2/Revista\\_%20Internacional\\_2003%20Vol%208%20N%C2%BA2.pdf](https://ia801305.us.archive.org/35/items/RevistaInternacional2003Vol8N2/Revista_%20Internacional_2003%20Vol%208%20N%C2%BA2.pdf)

BLONDET, Marcial, et al. Seismic Vulnerability of informal construccion dwellings in Lima, Perú. 13<sup>th</sup> World Conference on Earthquake engineering [en línea], N° 2122, august 2004. [Fecha de consulta: 1 de junio de 2019]

Disponible en: [http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13\\_2122.pdf](http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_2122.pdf)



CASTAÑEDA, Angel y BRAVO, Yordi. Una mirada al comportamiento estructural de columnas, vigas, entrepiso y edificaciones durante el sismo de Ecuador 2016. Revista ingeniería de construcción [en línea], volumen 32, N° 3, diciembre 2017. [Fecha de consulta: 1 de junio de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000300157>

ISSN: 0718 – 5073

CONSTANTINESCU, Sonia. Study of Confined Masonry Buildings in Seismic Areas. Energy Procedia [en línea], volume 112, march 2017. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2019].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1114>

ISSN: 1876-6102

CONSTRUCCIÓN e Industria [en línea]. Lima: Cámara de la construcción peruana, 2018 [Fecha de consulta: 1 de junio de 2019].

Disponible en: <https://www.capeco.org/revistas/>

CUEVAS Martínez, Sandra. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación en la ciudad de Lorca, región de Murcia. Tesis (Doctorado en Ingeniería). Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía, 2014. 287 pp.

EL-BETAR, Sameh. Seismic vulnerability evaluation of existing R.C. buildings. HRBC Journal [en línea]. Volume 14, issue 2, august 2018. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019].

Disponible en :<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687404816300591t>>  
ISSN 1687-4048.

EL-BETAR, Sameh. Seismic performance of existing R.C. framed buildings. HBRC Journal [en línea]. Volume 13, issue 2, august 2017. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hbrj.2015.06.001>

ISSN 1687-4048.

FERREIRA Flores, Katherina y RUIZ Schiavo, Fabrizio. Análisis de riesgo en viviendas informales de mampostería confinada de bloques de arcilla en la ciudad de Caracas ante amenazas sísmicas. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Venezuela: Universidad Católica Andres Bello, 2015, 162 pp.

FROMETA, Zenaida y MAGDALEÓN, Delás. Influencia del carbono en las propiedades del acero para refuerzo de hormigón. Tecnología Química, [en línea], 2009, 60-69 [Fecha de consulta 11 de noviembre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543761008>

ISSN: 0041-8420.

GARCÍA, Salvador y SOLÍS, Juan. 3CV+2: modelo de calidad para la construcción de la vivienda. Revista Ingeniería de construcción [en línea] vol. 23 N° 1, abril de 2008. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2019].

Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732008000200005&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732008000200005&lng=es&nrm=iso).

ISSN 0718-5073

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación [en línea]. 6ta Ed. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014 [fecha de consulta: 18 de abril de 2019].

Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ, Silverio. Diseño sustentable de materiales de construcción; caso del concreto de matriz de cemento Pórtland. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva [en línea]. 2008, 15(3), 306-310. [Fecha de consulta :11 de noviembre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10415308>

ISSN: 1405-0269.

LÓPEZ, F., PUJADES, L. y Castillo, A. Urban non-engineered buildings in Mérida, Venezuela. Seismic performance and proposals for retrofit and for new construcción. Informes de la construcción [en línea], volume 67, N° 537, marzo 2015. [Fecha de consulta: 31 de mayo de 2019].

Disponible en : <https://doi.org/10.3989/ic.12.091>

ISSN: 1988 – 3234

LOPEZ Leyva, Daysi., TARIFA Lozano, Lourdes., MACHADO González, Ileana. Evaluación de la calidad en la construcción de viviendas en Matanzas. Revista de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. 2014, 8(2), 1-50[fecha de Consulta 11 de Noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193932724004>.

ISSN: 1665-529X

MEJÍA Valladares, Javier. Estudio estructural de mampostería confinada en ladrillo para viviendas emergentes en la zona de pedernales. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2018. 104 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma A.020 – Vivienda, 2006. Lima: 2006. 7 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma E.020 – Cargas, 2006. Lima: 2006. 8 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma Técnica E.030 - Diseño Sismorresistente, 2018. Lima: 2016, 80 pp.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma E.070 – Albañilería, 2006. Lima: 2006. 15 pp.

MOROCHO Arenillas, Luis. Aplicación de métodos simplificados para la predicción de daño sísmico en estructuras de baja altura. Tesis (Magíster en Métodos Matemáticos y

Simulación Numérica en Ingeniería). Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2018, 121 pp.

MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación [en línea]. 1 era. Ed. México: Oxford University Press, 2015 [fecha de consulta: 1 de mayo de 2019].

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=DflcDwAAQBAJ&vq=m%C3%A9todo+cient%C3%ADfico&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=DflcDwAAQBAJ&vq=m%C3%A9todo+cient%C3%ADfico&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

ISBN: 6074265429, 9786074265422

NIÑO, Víctor. Metodología de la Investigación Diseño y ejecución [en línea]. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 2 de mayo de 2019].

Disponible en:

<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>

ISBN: 978-958-8675-94-7

ORTA, B., et al. Sistema de autoconstrucción sismorresistente: características resistentes y proceso constructivo. Informes de la construcción [en línea]. 24 de junio de 2016, vol 68 ,Nº 542. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019].

Disponible

en:

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/articulo/view/5290/6117>

ISSN: 1988-3234, 1390 – 0315

PATIL, Mahesh y SONAWANE, Yogesh. Seismic Analysis of Multistoried Building. International. Journal of Engineering and Innovative Technology. [en línea] Volume 4, Issue 9, March 2015. [Fecha de consulta: 01 de Junio de 2019].

Disponible en: [http://www.ijeit.com/Vol%204/Issue%209/IJEIT1412201503\\_22.pdf](http://www.ijeit.com/Vol%204/Issue%209/IJEIT1412201503_22.pdf)

ISSN: 2277 – 3754

PONTE Vega, Gaudencio. Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia – Lima 2017. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017, 85 pp.

SÁENZ Muñoz, Santiago. Curvas de fragilidad de estructuras de albañilería confinada empleando la base de registros sísmicos chilenos. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Chile: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil, 2018, 106 pp.

SOBAIH, Mohamed y NAZIF, Maha. A proposed methodology for seismic risk evaluation of existing reinforced school buildings. HBRC Journal, [en línea]. Volumen 8, número 3, diciembre de 2012.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2012.10.006>

ISSN 1687-4048.

SALAMANCA, Rodrigo. Aplicación del cemento portland y los cementos adicionados. Ciencia e Ingeniería Neogranadina [en línea], 2001. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2019].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91101005>

ISSN: 0124-8170

SURICHAQUI Guerrero, Juan. Reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la zona n°5 del distrito de Ate, Lima 2018. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018, 105 pp.

TANGANELLI, Marco, et al. Public Housing in Florence: Seismic Assessment of Masonry Buildings. Procedia Structural Integrity [en línea], volume 11, 2018. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019].

Available : <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2018.11.035>

ISSN: 2452-3216

TINOCO Yurivilca, Nilda. Evaluación de los problemas de ubicación y configuración estructural en viviendas autoconstruidas en el distrito de Ate. Tesis (Título Profesional

en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2013, 190 pp.

TORRES, A. , et al. Comportamiento mecánico de juntas frías lisas de concreto. Revista de ingeniería de construcción [en línea], volumen 31, n° 3, 2016. [Fecha de consulta: 1 de junio de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000300001>

ISSN: 0718-5073

VERA Gonzales, Roxana. Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida el año 2012, sector Camino Real II, calle Tres Marías-provincia de Jaén. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2017, 92 pp.

VILLALTA Palomino, Yesenia. Placas de concreto armado para la mejora del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Carabayllo, Lima 2018. Tesis (Título Profesional en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesa Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018, 115 pp.

YADUNANDA, C y KIRAN, K. Study on behavior of RC structure with infill walls due to seismic loads. Internacional Research Journal of Engineerin and Technology [en línea], volume 04, issue 06, june 2017. [Fecha de consulta: 31 de mayo 2019].

Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V4/i6/IRJET-V4I6634.pdf>

ISSN: 2395-0056

ZARATE, Gonzalo; AYALA, Gustavo y GARCIA, Octavio. Método estático para edificios asimétricos: Revisión de enfoques. Revista de Ingeniería Sísmica [en línea], No 69, junio 2003. [Fecha de consulta: 01 de Junio de 2019].

Disponible en: <http://www.smis.mx/index.php/RIS/article/view/217/155>

ISSN: 0185-092X

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: Operacionalización de variables

Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P – 2019					
Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
V(x): Viviendas autoconstruidas	Se puede definir como aquella estructura, que carece en su proceso de construcción de asesoría profesional, y materiales de baja calidad. ( Ponte, 2018)	La autoconstrucción de viviendas se analiza tomando en consideración las características de las viviendas, identificación de los problemas constructivos y la calidad de la construcción en sus análisis menores de cada una de ellas mediante ficha de recolección de datos, winchas, planos e imágenes fotográficas.	Tipos de viviendas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vivienda Unifamiliar</li> <li>• Vivienda Multifamiliar</li> </ul>	Ficha de recolección de datos
			Procesos constructivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Junta fría inadecuado</li> <li>• Cangrejeras en los elementos</li> <li>• Continuidad estructural</li> <li>• Junta sísmica</li> </ul>	
			Estado de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales empleados</li> <li>• Mano de obra</li> </ul>	
			Configuración estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad de muros</li> <li>• Regularidad estructural</li> </ul>	
V(y): Comportamiento Sísmico	Se puede entender para un comportamiento sísmico de las estructuras como los mecanismos y procesos de refuerzo con el objetivo de disminuir las consecuencias provocadas por los eventos sísmicos del terreno. ( Villalta, 2018).	El comportamiento sísmico se evalúa tomando en cuenta las consideraciones del análisis sísmico, análisis estático y dinámico, mediante ensayos con esclerómetro, ensayos de corte directo del suelo y empleando el software ETABS.	Análisis Sísmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortante basal</li> <li>• Distorsiones</li> <li>• Desplazamientos</li> </ul>	Ensayo con esclerómetro  Ensayo de suelos: Granulometría  Software Etabs



## ANEXO 2: Matriz de Consistencia

'COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE TRES NIVELES EN S.M.P - 2019'						
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
			VI			
¿De qué manera el análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019?	Determinar de qué manera el análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019.	El análisis del comportamiento sísmico influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019.	Viviendas autoconstruidas	Tipos de vivienda	Vivienda Unifamiliar	Método: Científico
					Vivienda Multifamiliar	
				Procesos constructivos	Junta fría inadecuado	Tipo de Investigación: Aplicada
					Cangrejeras en los elementos estructurales	
					Continuidad estructural	
					Junta sísmica	
				Calidad en la construcción	Materiales empleados	Enfoque: Cuantitativo
					Mano de obra	
				Configuración estructural	Densidad de muros	Diseño: Experimental
					Regularidad estructural	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipotesis Específicos	VD			
¿De que manera el analisis de la cortante basal influye en la evaluacion de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019?	Determinar de qué manera el análisis de la cortante basal influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.	El análisis de la cortante basal influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.	Comportamiento Sísmico	Análisis sísmico	Cortante basal	Nivel: Descriptivo, Explicativo  Población: Viviendas autoconstruidas en la urb. Virgen del Rosario- SMP
¿De que manera el analisis de las distorsiones influye en la evaluacion de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019?	Determinar de qué manera el análisis de las distorsiones influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.	El análisis de las distorsiones influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.			Distorsión de entrepiso	
¿De que manera el analisis de los desplazamientos influye en la evaluacion de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019?	Determinar de qué manera el análisis de los desplazamientos influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.	El análisis de los desplazamientos influye en la evaluación de las viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019.			Desplazamientos laterales	

## ANEXO 3: Validación de fichas de recolección de datos

### FICHA DE ENCUESTA: "Comportamiento Sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P. - 2019"

#### I. DATOS GENERALES:

Vivienda N°: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Propietario: \_\_\_\_\_

- 1) ¿Recibió asesoría técnica en la etapa de diseño ☐ SI ☐ NO Arq. ( ), Ing. ( ), Otros( )  
 2) ¿Recibió asesoría técnica en la etapa de constr ☐ SI ☐ NO Arq. ( ), Ing. ( ), Otros( )  
 3) ¿Cuenta con licencia de construcción? ☐ SI ☐ NO  
 4) ¿Cuenta con título de propiedad? ☐ SI ☐ NO

Área del terreno: ..... Área total construida: .....

N° de pisos construidos: ..... N° de pisos proyectados: ..... Antigüedad: .....

Estado de conservación de la vivienda: .....  
 .....  
 .....

Etapas durante la construcción de la vivienda: Paredes límites ( ), Sala - Comedor ( ), Dormitorio 1 ( ), Dormitorio 2 ( ), Cocina ( )  
 5) ¿La vivienda ha sufrido daños por desastres naturales / provocados? ☐ SI ☐ NO

Sismo ( ), Inundación ( ), Incendio ( ), Otros ( )

#### II. DATOS TÉCNICOS:

Perfiles de suelo					Observaciones
Dura ( )	Rígidos ( )	Intermedios ( )	Blandos ( )		
Principales Elementos y Características de la vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Cimentación(m)	Cimiento corrido		Sobrecimiento		
	Profundidad	Seccion	Profundidad	Seccion	
Zapata (m)					
	Profundidad	Seccion	Profundidad	Seccion	
Muros(m)	Ladrillo Macizo		Ladrillo Panderta		
	Dimensiones	Juntas	Dimensiones	Juntas	
Techo (m)	Diafragma rígido		Otros		
	Tipo	Peralte	Tipo	Peralte	
Columnas (m)	Concreto		Otros: Acero ( ), Madera( )		
	Dimensiones		Dimensiones		
	C-1				
	C-2				
	C-3				
Vigas (m)	Concreto		Otros: Acero ( ), Madera( )		
	Dimensiones		Dimensiones		
	VS-1				
	VA-2				
	VP-3				

### III. ESQUEMA DE LA VIVIENDA

### IV. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Problemas de Estructuración		Factores Degradantes	
( )	Poca densidad de muros en el eje X	( )	Armaduras expuestas
( )	Poca densidad de muros en el eje Y	( )	Armaduras corroídas
( )	Muro Portante de ladrillo pandereta	( )	Presencia de cangrejas
( )	Insuficiencia de junta sísmica	( )	Muros agrietados
( )	Losa de techo a desnivel con colidante	( )	Humedad en muros
( )	Juntas frías		
Mano de Obra		Materiales	
( )	Muy mala	( )	Muy buena
( )	Mala	( )	Buena
( )	Regular	( )	Aceptable
		( )	Ladrillo:
		( )	Agregados:

Nombre del profesional: RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES

N° CIP: 51304

DNI: 07732471

  
**RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 51304

### III. ESQUEMA DE LA VIVIENDA

### IV. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Problemas de Estructuración		Factores Degradantes	
<input type="checkbox"/>	Poca densidad de muros en el eje X	<input type="checkbox"/>	Armaduras expuestas
<input type="checkbox"/>	Poca densidad de muros en el eje Y	<input type="checkbox"/>	Armaduras corroidas
<input type="checkbox"/>	Muro Portante de ladrillo pandereta	<input type="checkbox"/>	Presencia de cangrejas
<input type="checkbox"/>	Insuficiencia de junta sísmica	<input type="checkbox"/>	Muros agrietados
<input type="checkbox"/>	Losa de techo a desnivel con colidante	<input type="checkbox"/>	Humedad en muros
<input type="checkbox"/>	Juntas frías		
Mano de Obra		Materiales	
<input type="checkbox"/>	Muy mala	<input type="checkbox"/>	Ladrillo:
<input type="checkbox"/>	Mala	<input type="checkbox"/>	Agregados:
<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Muy buena		
<input type="checkbox"/>	Buena		
<input type="checkbox"/>	Aceptable		

Nombre del profesional: Mg. Ing. Carlos Minaya Rosario

N° CIP: 50187

DNI: 06249794

  
**CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

### III. ESQUEMA DE LA VIVIENDA

### IV. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Problemas de Estructuración		Factores Degradantes	
<input type="checkbox"/> ( )	Poca densidad de muros en el eje X	<input type="checkbox"/> ( )	Armaduras expuestas
<input type="checkbox"/> ( )	Poca densidad de muros en el eje Y	<input type="checkbox"/> ( )	Armaduras corroidas
<input type="checkbox"/> ( )	Muro Portante de ladrillo pandereta	<input type="checkbox"/> ( )	Presencia de cangrejas
<input type="checkbox"/> ( )	Insuficiencia de junta sísmica	<input type="checkbox"/> ( )	Muros agrietados
<input type="checkbox"/> ( )	Losa de techo a desnivel con colidante	<input type="checkbox"/> ( )	Humedad en muros
<input type="checkbox"/> ( )	Juntas frías		
Mano de Obra		Materiales	
<input type="checkbox"/> ( )	Muy mala	<input type="checkbox"/> ( )	Ladrillo:
<input type="checkbox"/> ( )	Mala	<input type="checkbox"/> ( )	Agregados:
<input type="checkbox"/> ( )	Regular	<input type="checkbox"/> ( )	
<input type="checkbox"/> ( )	Muy buena		
<input type="checkbox"/> ( )	Buena		
<input type="checkbox"/> ( )	Aceptable		

Nombre del profesional: .....

N° CIP: .....

DNI: .....

  
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630



## ANEXO 4: Certificados de Calibración de Equipos

**PyS EQUIPOS**  
LABORATORIO DE METROLOGIA  
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 287-2016 PLF  
Pág. 2 de 5

Método de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de instrumento: EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO Y RESIDUAL

DATOS DE CALIBRACIÓN

Escala: 2500 N Resolución: 0,04 N Dirección de carga: Compresión  
2500 N 0,04 N Factor de conversión: 1,0 N / N

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	N	N	1 (Asc)	2 (Asc)	2 (Desc)	3 (Asc)	4 (Asc)
20	0500,0	0500,0	499,1	499,1	No aplica	500,1	No aplica
30	0750,0	0750,0	750,4	750,6	No aplica	751,2	No aplica
40	1000,0	1000,0	1002,1	1002,1	No aplica	1002,1	No aplica
50	1250,0	1250,0	1251,4	1252,8	No aplica	1252,9	No aplica
60	1500,0	1500,0	1503,1	1503,1	No aplica	1503,5	No aplica
70	1750,0	1750,0	1747,4	1752,2	No aplica	1748,2	No aplica
80	2000,0	2000,0	2000,1	2002,1	No aplica	2001,1	No aplica
90	2250,0	2250,0	2248,1	2253,5	No aplica	2250,3	No aplica
100	2500,0	2500,0	2498,3	2504,1	No aplica	2499,7	No aplica
Indicación después de carga:			0,2	0,0	No aplica	0,0	No aplica

RESULTADO DE CALIBRACIÓN

Escala: 2500 N Incertidumbre del patrón: 0,032 %

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )			Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre relativa
%	N	N	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	A (%)	U (%) K = 2
20	0500,0	0500,0	0,11	0,20	No aplica	No aplica	0,01	0,14
30	0750,0	0750,0	-0,09	0,11	No aplica	No aplica	0,01	0,07
40	1000,0	1000,0	-0,21	0,00	No aplica	No aplica	0,00	0,03
50	1250,0	1250,0	-0,21	0,04	No aplica	No aplica	0,00	0,04
60	1500,0	1500,0	-0,22	0,03	No aplica	No aplica	0,00	0,04
70	1750,0	1750,0	0,04	0,27	No aplica	No aplica	0,00	0,17
80	2000,0	2000,0	-0,05	0,10	No aplica	No aplica	0,00	0,07
90	2250,0	2250,0	-0,03	0,24	No aplica	No aplica	0,00	0,14
100	2500,0	2500,0	-0,03	0,23	No aplica	No aplica	0,00	0,14
Error de cero fe (%)			0,01	0,00	No aplica	0,01	No aplica	Err máx. (0) = 0,01

Calle 4, Mz F1 LL 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

### LABORATORIO DE METROLOGIA

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SM-522-2015

DESTINATARIO : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - SEDE LIMA NORTE  
 DIRECCIÓN : Av. Alfredo Mendiola N° 6232 - Los Olivos - Lima  
 FECHA : 08 de Octubre del 2015  
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio PYS EQUIPOS

#### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA	OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	30 kg
N° DE SERIE	8337140072	DIV. DE ESCALA (d)	0.001 kg
MODELO	R31P30	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	0.001 kg
TIPO	ELECTRÓNICA	CÓDIGO DE LA BALANZA	NO INDICA
CLASE	II	CAPACIDAD MÍNIMA	0.05 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: LP-338, 339-2015 / SGP-079, 080-2015

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	21.0	21.0		72	72

Medición	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
N°	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
2	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
3	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
4	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
5	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
6	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
7	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
8	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
9	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004
10	15.000	0.0009	-0.0004	30.000	0.0009	-0.0004

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0000	0.002
30.00	0.0000	0.003

#### OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma

1 pág. de 2

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
 Telf: 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel: 945 183 033 / 945 181 317  
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.





## TEST SIEVE CERTIFICATE OF COMPLIANCE

P.O. BOX 608  
Loveland, CO 80539-0608  
In USA 1-800-323-1242  
Worldwide (970) 663-9780  
Fax: (970) 663-9781  
E-mail: [soiltest@eleusa.com](mailto:soiltest@eleusa.com)  
Website: [www.eleusa.com](http://www.eleusa.com)

Chartmoor Road, Chantwell Business Park  
Leighton Buzzard  
Bedfordshire, LU7 8WG, England  
Phone: +44 1525 249200  
Fax: +44 1525 249249  
E-mail: [ele@eleint.co.uk](mailto:ele@eleint.co.uk)  
<http://www.ele.com>

This Certificate of Compliance represents ELE's commitment to deliver testing sieves of the highest quality. Every test sieve conforms to the manufacturing requirements of the following specifications:

ASTM E 11

ISO 565  
ISO 3310-1

BS  
410

Serial Number: 142725620



**DHR INGENIERÍA EIRL**

**RUC: 20603721846**

**-EVALUACIONES ESTRUCTURALES NO INVASIVAS**

**- CALIBRACIONES**

<http://dhringenieria.wixsite.com/ingenieriacyil>



**Resultados:**

Item	Indice de rebote
1	79
2	79
3	80
4	79
5	80
6	80
7	80
8	79
9	80
10	79
Promedio	79.5

**Factor de corrección (FC):**

$$FC = \frac{\text{Valor de calibración del yunque de prueba}}{\text{Promedio de los 10 impactos sobre el yunque}} = \frac{80}{79.5} \cong 1$$

**Observaciones:**

1. El equipo calibrado muestra valores concordantes con los requeridos en el yunque de calibración  $80 \pm 2$  Mpa
2. Los resultados obtenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, el usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos en intervalos apropiados.

Hecho por : Ing. Civil Henry Huacaychuco Romero  
Cip. : 216876

.....  
**DHR INGENIERÍA**  
R.U.C. 20603721846  
CONSULTORIA - NOT - CALIBRACIONES

*HRomero*  
.....  
**HENRY ROOSSVELT**  
**HUACAYCHUCO ROMERO**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. CIP N° 216876

DHR INGENIERIA / CA. DOMINGO NIETO 3751, URB. CONDEVILLA - SMP - LIMA - PERÚ,  
TELF. (01) 5025772 EMAIL: DHR.INGENIERIA@GMAIL.COM

2

**ANEXO 5: Certificado de licencia del software Etabs – CSI Computers and Structure Inc.**

DNV GL

MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFICATE

Certificate No:  
29928-2008-AQ-USA-ANAB

Initial certification date:  
26 June 2008

Valid:  
04 April 2018 - 04 August 2020

This is to certify that the management system of

**CSI-Computers and Structures, Inc.**  
1646 North California Boulevard, Suite 600, Walnut Creek, CA, 94596, USA

has been found to conform to the Quality Management System standard:  
**ISO 9001:2015**

This certificate is valid for the following scope:  
**The Development, Support and Licensing of Software Tools for Structural and Earthquake Engineering.**

Place and date:  
Katy, TX, 04 April 2018



ANAB  
ACCREDITED  
MANAGEMENT SYSTEMS  
CERTIFICATION BODY



For the issuing office:  
DNV GL – Business Assurance  
1400 Ravello Drive, Katy, TX, 77449-5164,  
USA



**John Stefan**  
Management Representative

Lack of fulfillment of conditions as set out in the Certification Agreement may render this Certificate invalid.  
ACCREDITED UNIT: DNV GL Business Assurance USA, Inc., 1400 Ravello Drive, Katy, TX 77449 USA, TEL: 281-366-1000, dnvglusa.com

118

## ANEXO 6: Certificados de ensayo de esclerometría






Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>

CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA					
(Según ASTM C - 805) NTP 339.181					
SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.- 2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	Nº 2357483 -14	Vivienda Nº:	1

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°	22	21	22	24	22.2	-	-
		25	19	19	23		-	-
		25	22				f'c (kg/cm2)	
							130	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 216876	 ..... DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>

CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA						
(Según ASTM C - 805) NTP 339.181						
SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS					
TESIS:	<b>"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.- 2019"</b>					
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.					
FECHA:	30/09/2019					
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas					
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño					
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	N° 2357483 -14	Vivienda N°:	2	

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
		21	25	22	24			
Columna	0°	21	25	22	24	22.6	—	—
		25	20	19	24		—	—
		25	21				f'c (kg/cm2)	
							130	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	<p style="text-align: center; font-size: small;"> <b>HENRY ROOSSVELT</b>  <b>HUACAYCHUCO ROMERO</b>  <b>INGENIERO CIVIL</b>  Reg. CIP N° 216876 </p>	<p style="text-align: center; font-size: small;"> <b>DHR INGENIERÍA</b>  R.U.C. 20603721846  CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES </p>
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD





Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>




CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA						
(Según ASTM C - 805) NTP 339.181						
SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS					
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019"					
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.					
FECHA:	30/09/2019					
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas					
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño					
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	Nº 2357483 -14	Vivienda Nº:	3	

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°	23	25	24	25	23.1	—	—
		25	23	26	23		—	—
		18	19				f'c (kg/cm2)	
		140						

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 ----- <b>HENRY ROOSVELT</b> <b>HUACAYCHUCO ROMERO</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> Reg. CIP Nº 216876	 ----- <b>DHR INGENIERÍA</b> R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>

### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA


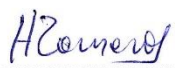

(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	N° 2357483 -14	Vivienda N°:	4

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°	30	28	29	25	25	—	—
		28	24	26	23		—	—
		18	19				f'c (kg/cm2)	
							170	

OBSERVACIONES:

SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 216876	 DHR INGENIERIA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>

### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA




(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	Nº 2357483 -14	Vivienda Nº:	5

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Viga	0°	25	27	30	29	24.8	-	-
		28	25	26	23		-	-
		15	20				f'c (kg/cm2)	
							170	

OBSERVACIONES:

SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 216876	 ..... DHR/INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>


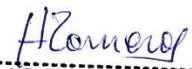

CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA					
(Según ASTM C - 805) NTP 339.181					
SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	N° 2357483 -14	Vivienda N°:	6

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°					26.1	—	—
		28	24				—	—
		20	20	26	25		f'c (kg/cm2)	
		30	28	29	31		185	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 216876	 ..... <b>DHR INGENIERÍA</b> R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD





Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>


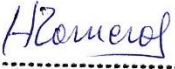

### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA

(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	N° 2357483 -14	Vivienda N°:	7

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°	28	25	30	27	27.2	—	—
		26	28	29	29		—	—
		24	26				f'c (kg/cm2)	
							200	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROßVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 216876	 DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>


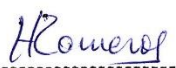

CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA						
(Según ASTM C - 805) NTP 339.181						
SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS					
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019"					
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.					
FECHA:	30/09/2019					
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas					
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño					
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	Nº 2357483 -14	Vivienda Nº:	8	

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°					27.2	—	—
		22	25				—	—
		23	20	20	25		f'c (kg/cm2)	
		24	22	24	25		140	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 216876	 ..... DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>




### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA

(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	Nº 2357483 -14	Vivienda Nº:	9

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
		27	25	25	27		—	—
Columna	0°	24	28	29	26	25.6	—	—
		24	21				f'c (kg/cm2)	
							180	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 216876	 DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>

### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA




(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	N° 2357483 -14	Vivienda N°:	10

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Viga	0°	24	22	25	26	26.1	-	-
		27	28	27	24		-	-
		30	28				f'c (kg/cm2)	
							200	

OBSERVACIONES:

SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 216676	 DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD





Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>




### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA

(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	N° 2357483 -14	Vivienda N°:	11

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°					23.7	-	-
		22	24				-	-
		24	20	21	25		f'c (kg/cm2)	
		25	23	26	27		130	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 216876	 DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>




### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA

(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P.- 2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	Nº 2357483 -14	Vivienda Nº:	12

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°					27.5	-	-
		29	30				-	-
		29	26	27	28		f'c (kg/cm2)	
		25	28	26	27		210	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 216876	 DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>

### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA

(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	N° 2357483 -14	Vivienda N°:	13

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°	24	26	23	28	25.6	-	-
		27	22	27	24		-	-
		30	25				f'c (kg/cm2)	
							180	

OBSERVACIONES:

SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 216876	 DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD





Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>

CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA					
(Según ASTM C - 805) NTP 339.181					
SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	N° 2357483 -14	Vivienda N°:	14

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°	24	26	23	28	25.6	—	—
		27	22	27	24		—	—
		30	25				f'c (kg/cm2)	
							180	

OBSERVACIONES:

SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 216876	 DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIÓN
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD





Tel: 988 - 308 - 889  
 Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
 RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>


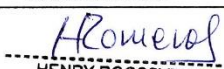

### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA

(Según ASTM C - 805)  
 NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	Nº 2357483 -14	Vivienda Nº:	15

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°	26	23	23	25	24.3	-	-
		27	22	27	24		-	-
		21	25				f'c (kg/cm2)	
							160	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 216876	 ..... DHR INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD



Tel: 988 - 308 - 889  
Calle Domingo Nieto# 3751 - SMP - Lima  
RUC 20603721846  
<https://dhringeniera.wixsite.com>


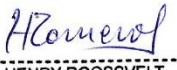

### CERTIFICADO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE ESCLEROMETRÍA

(Según ASTM C - 805)  
NTP 339.181

SOLICITA:	BACH. JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				
TESIS:	"Comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas de tres niveles en S.M.P-2019"				
LUGAR:	URB. VIRGEN DEL ROSARIO II ETAPA - S.M.P.				
FECHA:	30/09/2019				
DESCRIPCIÓN:	Se realizó ensayos de esclerometría en estructuras escarificadas				
ENSAYO:	Se determino lecturas de rebote en sentido horizontal en 10 lecturas por paño				
ESCLEROMETRO MODELO:	ZC3 - A	CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN:	Nº 2357483 -14	Vivienda Nº:	16

ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	LECTURA EXCLUIDA	
Columna	0°					26.1	-	-
		23	27				-	-
		25	26	28	27		f'c (kg/cm2)	
		24	28	26	27		190	

OBSERVACIONES: SIN OBSERVACIONES

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
	 HENRY ROOSSVELT HUACAYCHUCO ROMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 216876	 DHR/INGENIERÍA R.U.C. 20603721846 CONSULTORIA - NDT - CALIBRACIONES
TESISTA: PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	ING. RESPONSABLE	CONTROL DE CALIDAD

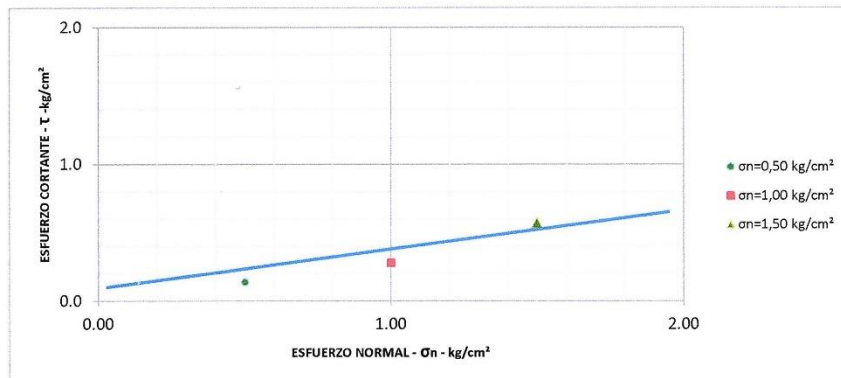
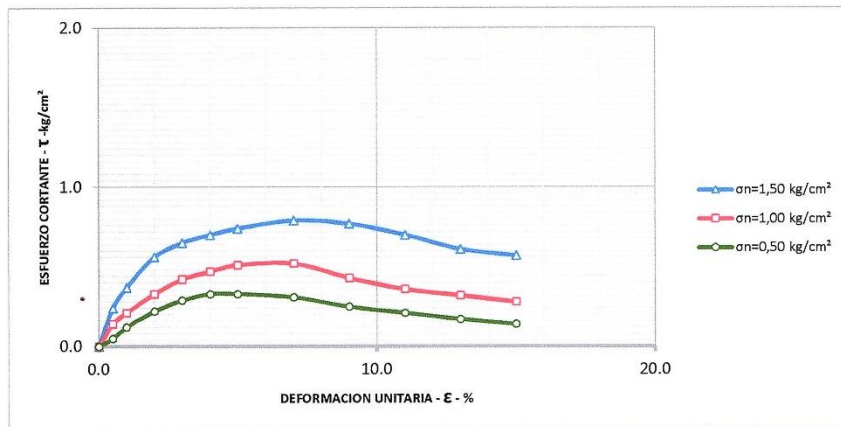
## ANEXO 7: Certificado estudio de suelos



Solicitante	JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	Elaboró	J.E.D.G.
Proyecto	COMPORTAMIENTO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDA DE TRES NIVELES EN SAN MARTIN DE PORRES	Revisó	J.E.D.G.
Ubicación	DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	Técnico	J.E.D.G.
		Fecha	1u. 07-10-19

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080

Angulo de Friccion Interna del Suelo	23.71 (°)
Cohesion Aparente del Suelo	0.100 (kg/cm²)
Densidad Seca	1.66 (g/cm³)
Humedad Natural	5.05 (%)



Formato 05-04-18

*Ces*  
Tec. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez  
Laboratorio de Materiales

Mg. Boza Olaechea, Margarita Luisa  
Facultad de Ingeniería Civil

*M.B. Boza*  
Margarita Boza Olaechea  
INGENIERA CIVIL  
CIP: 80500

Solicitante	JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS	Elaboró	J.E.D.G.
Proyecto	COMPORTAMIENTO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDA DE TRES NIVELES EN SAN MARTIN DE PORRES	Revisó	J.E.D.G.
Ubicación	DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	Técnico	J.E.D.G.
Calicata	C - 1	Fecha	lu. 07-10-19
Muestra	M - 1		
Profundidad (m)	1,20		

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080


Especimen :	A	B	C
Lado : (cm)	6,30	6,30	6,30
Altura : (cm)	2,20	2,20	2,20
Densidad Seca : (g/cm³)	1,66	1,66	1,66
Humedad Inicial : (%)	5,05	5,05	5,05
Humedad Saturado : (%)	12,22	12,43	12,54
Esfuerzo Normal : (kg/cm²)	0,50	1,00	1,50

Deformación Unitaria (ε-%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm²)		
0,0	0,00	0,00	0,00
0,5	0,05	0,14	0,24
1,0	0,12	0,21	0,37
2,0	0,22	0,33	0,56
3,0	0,29	0,42	0,65
4,0	0,33	0,47	0,70
5,0	0,33	0,51	0,74
7,0	0,31	0,52	0,79
9,0	0,25	0,43	0,77
11,0	0,21	0,36	0,70
13,0	0,17	0,32	0,61
15,0	0,14	0,28	0,57

Angulo de Friccion Interna del Suelo 23,71 (°)  
Cohesion Aparente del Suelo 0,100 (kg/cm²)

Tec. Julio Ernesto Díaz Gutierrez  
Laboratorio de Materiales

Mg. Boza Olaechea, Margarita Luisa  
Facultad de Ingeniería Civil

  
Margarita Boza Olaechea  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500



Solicitante	ALUMNO JEAN PAUL CAJUSOL ZEVALLOS				Elaboró	J.E.D.G.
Obra	COMPORTAMIENTO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS DE TRES NIVELES EN S.M.P. - 2019				Revisó	J.E.D.G.
Ubicación	DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES - LIMA				Técnico	J.E.D.G.
Calicata	C - 1	C - 2	C - 3		Fecha	lu. 30-09-19
Muestra	M - 1	M - 1	M - 1			
Profundidad (m)	1.20	1.20	1.20			

**Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D 422**

Tamiz	(mm)	% Que Pasa			
3"	75.00				
2"	50.00				
1 1/2"	38.10				
1"	25.00				
3/4"	19.00				
1/2"	12.50				
3/8"	9.50				
1/4"	6.30	100	100		
N° 4	4.75	99	99		
N° 10	2.00	99	98	100	
N° 20	0.85	98	98	99	
N° 40	0.425	95	95	95	
N° 60	0.25	89	87	88	
N° 100	0.15	68	65	68	
N° 200	0.075	60	56	60	

**Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad - ASTM D 4318 (95)**

Límite Líquido	N.T.	N.T.	N.T.
Límite Plástico	N.P.	N.P.	N.P.
Índice de Plasticidad	N.T.	N.T.	N.T.

**Clasificación de Suelos SUCS - ASTM D 2487 (93)**

Clasificación	ML ARENOSO	ML ARENOSO	ML ARENOSO
---------------	------------	------------	------------

Formato S04-01/18

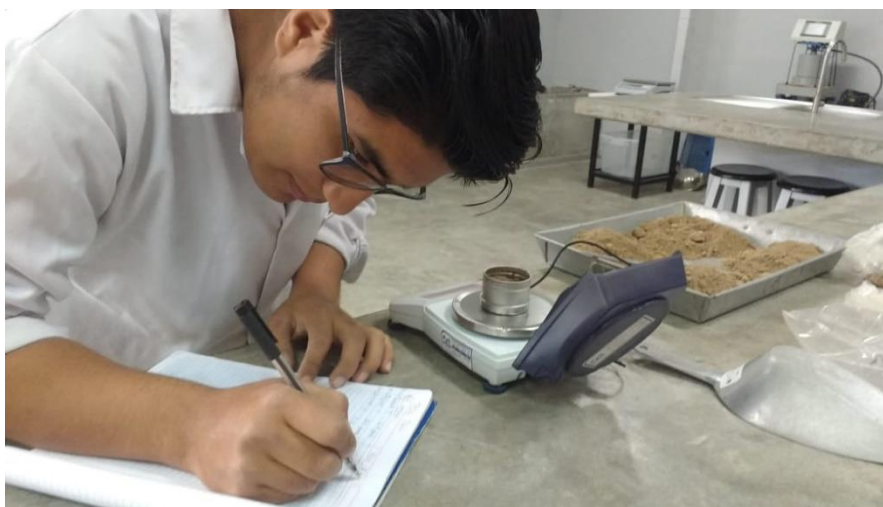
*Ces*  
Tec. Julio Ernesto Díaz Gutierrez  
Laboratorio de Materiales

*Margarita Boza Olachea*  
Mg. Boza Olachea, Margarita Luisa  
Facultad de Ingeniería Civil  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500

## ANEXO 8: Fotografías de calicatas

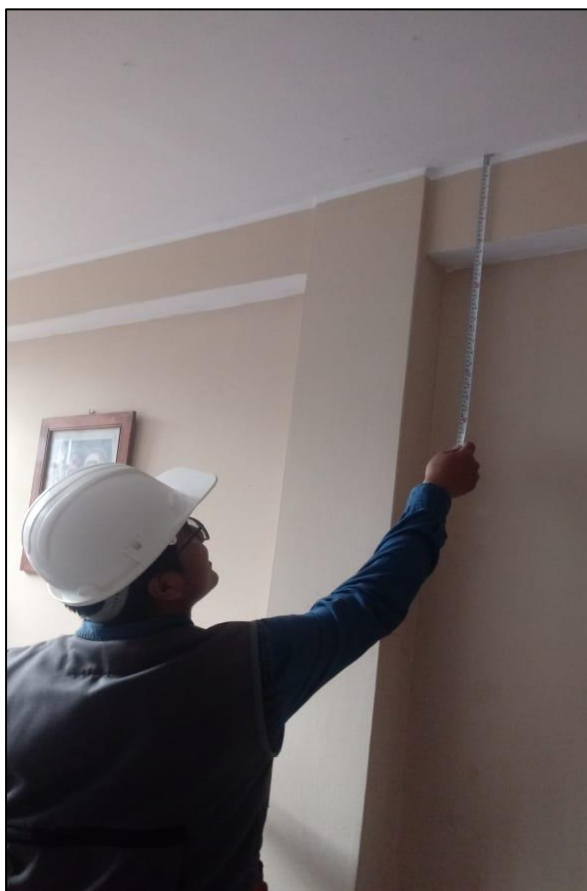


## ANEXO 9: Fotografías del estudio de suelos- UCV





## ANEXO 10: Fotografías de levantamiento de planos de las viviendas







## ANEXO 11: Fotografías del ensayo de esclerometría

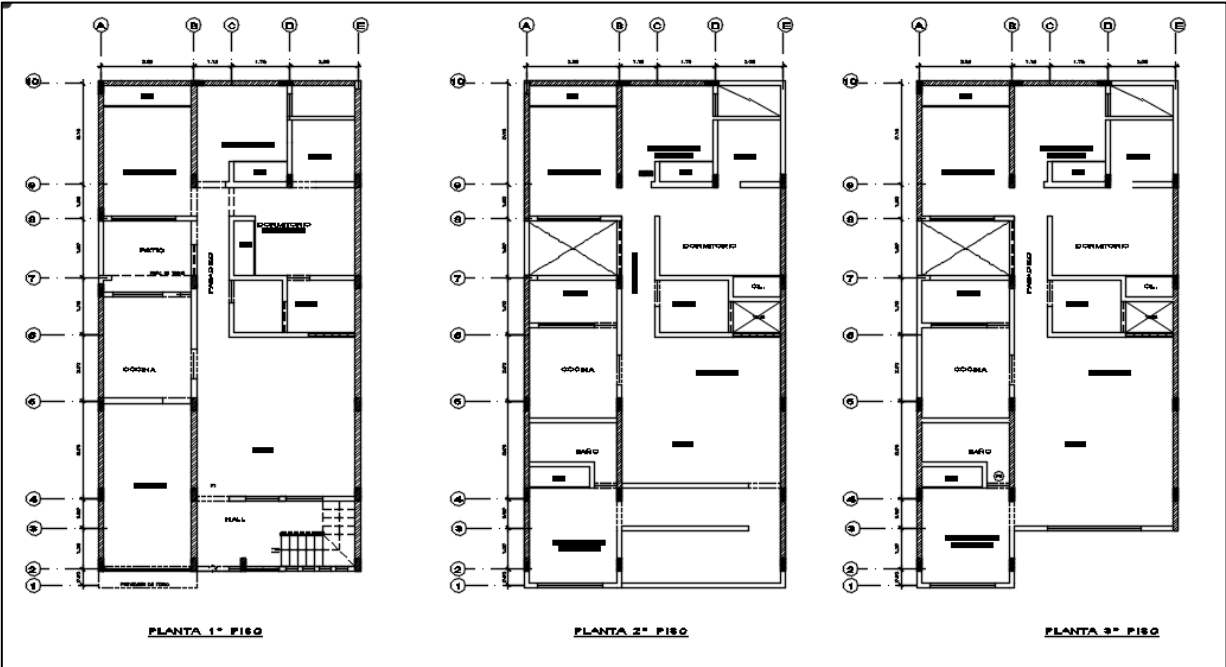




# **ANEXO 12: Análisis de las viviendas**

## ➤ Vivienda N°2

VIVIENDA 2	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Av. Mariano Usteriz y Rivero
MANZANA:	X
LOTE:	13



## **Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.80
A	7.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	46.86 %	Hay irregularidad
Y	10.57%	No hay irregularidad

→ Por lo tanto, la vivienda N° 2 es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0087	<	0.027	No cumple
Y	0.039	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 2 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
2	164.09	151.30	132.44	147.06	147.68	147.06

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.000606	0.0047698	CUMPLE
2	SDX Max	0.002876	0.0066440	NO CUMPLE
1	SDX Max	0.001116	0.0110351	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.000264	0.0005940	CUMPLE
2	SDY Max	0.000384	0.0008640	CUMPLE
1	SDYMax	0.001743	0.0039218	CUMPLE

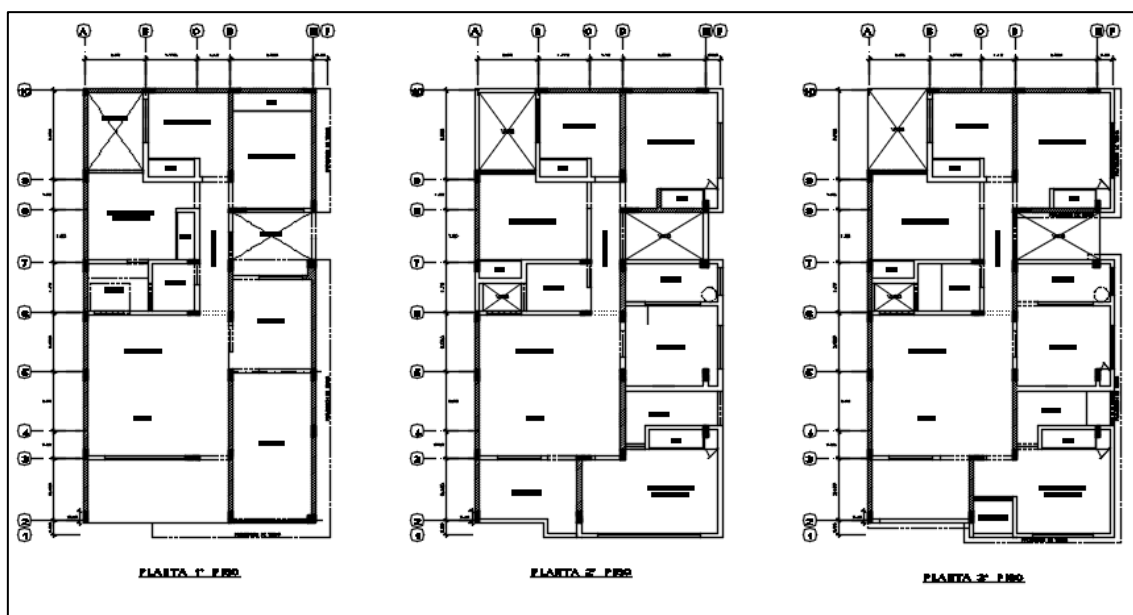
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R(\text{cm})$
3	SDX Max	0.004503	0.345
2	SDX Max	0.003281	0.306
1	SDX Max	0.001785	1.090

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R(\text{cm})$
3	SDY Max	0.002333	0.104
2	SDY Max	0.001738	0.092
1	SDY Max	0.000848	0.180

➤ Vivienda N°3

VIVIENDA 3	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Av. Mariano Usteriz y Rivero
MANZANA:	D
LOTE:	12



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.00
A	7.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	45.46 %	Hay irregularidad
Y	11.25%	No hay irregularidad

→ Por lo tanto, la vivienda N° 3 es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0014	<	0.027	No cumple
Y	0.038	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 3 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
3	162.39	146.15	155.18	119.97	146.15	119.97

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.000606	0.0051024	<b>NO CUMPLE</b>
2	SDX Max	0.002876	0.0064123	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.001116	0.0025398	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.000264	0.0005693	CUMPLE
2	SDY Max	0.000384	0.0011273	CUMPLE
1	SDYMax	0.001743	0.0008280	CUMPLE

- **Desplazamientos**

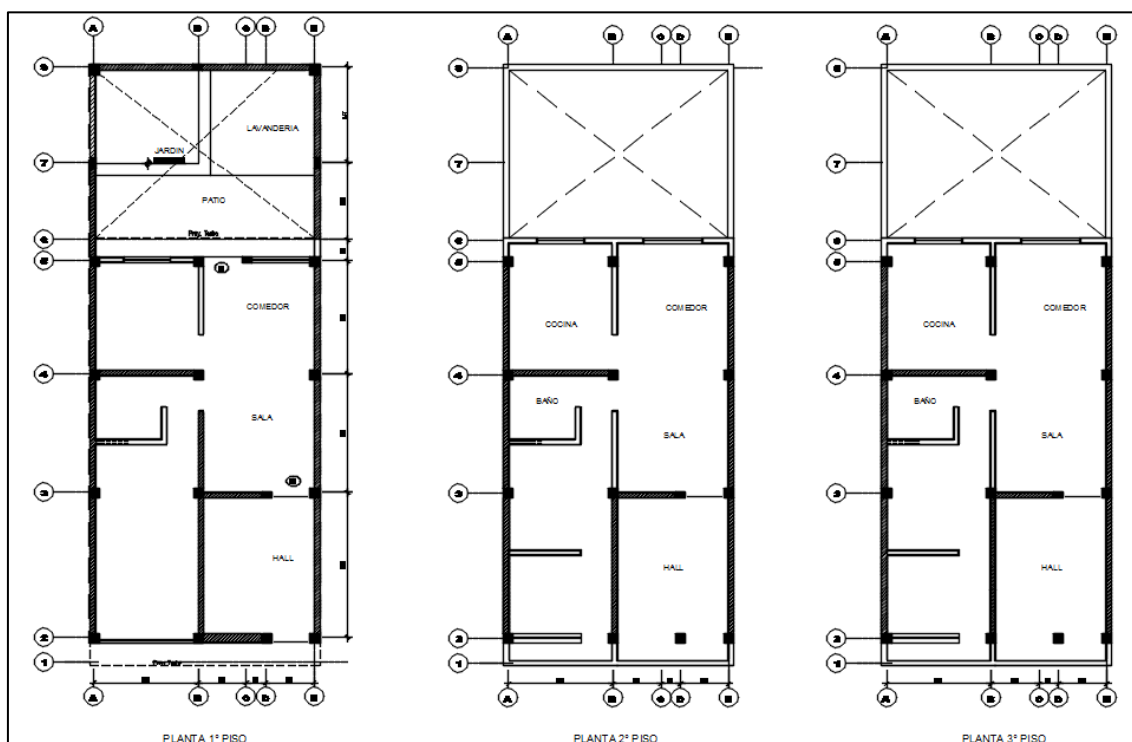
Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.004503	0.627
2	SDX Max	0.003281	0.685
1	SDX Max	0.001785	0.310

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.002333	0.204
2	SDY Max	0.001738	0.192
1	SDY Max	0.000848	0.093



➤ Vivienda N°4

VIVIENDA 4	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Av. Rivero
MANZANA:	X
LOTE:	15



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	14.98
A	5.95

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

- La vivienda N° 4 no cuenta con esquina entrante, por lo tanto, es regular

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0087	<	0.027	No cumple
Y	0.039	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 4 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
4	92.35	92.35	78.14	78.49	78.14	78.49

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.000606	0.0004468	CUMPLE
2	SDX Max	0.002876	0.0010800	CUMPLE
1	SDX Max	0.001116	0.0010935	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.000264	0.0002273	CUMPLE
2	SDY Max	0.000384	0.0003353	CUMPLE
1	SDYMax	0.001743	0.0022590	CUMPLE

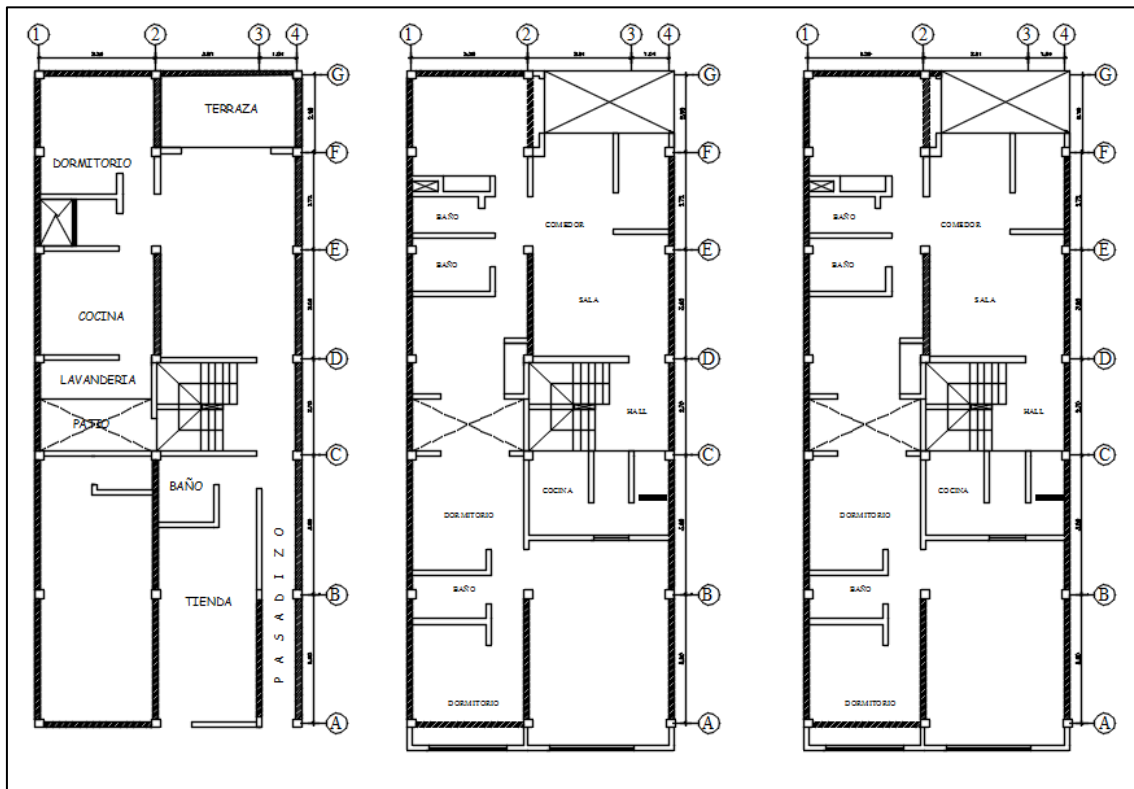
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.004503	2.774
2	SDX Max	0.003281	1.072
1	SDX Max	0.001785	1.072

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.002333	0.861
2	SDY Max	0.001738	0.284
1	SDY Max	0.000848	0.284

➤ Vivienda N°5

VIVIENDA 5	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle S/N
MANZANA:	P
LOTE:	27



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	19.06
A	7.45

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	47.45 %	Hay irregularidad
Y	9.43 %	No hay irregularidad

→ Por lo tanto, la vivienda N° 5 es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.019	<	0.027	No cumple
Y	0.053	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 5 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
5	183.39	165.06	155.91	147.82	165.26	147.82

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.000924	0.0078601	<b>NO CUMPLE</b>
2	SDX Max	0.006822	0.0057984	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.00075	0.0006387	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.000264	0.0002025	CUMPLE
2	SDY Max	0.000384	0.0002903	CUMPLE
1	SDYMax	0.001743	0.0002655	CUMPLE

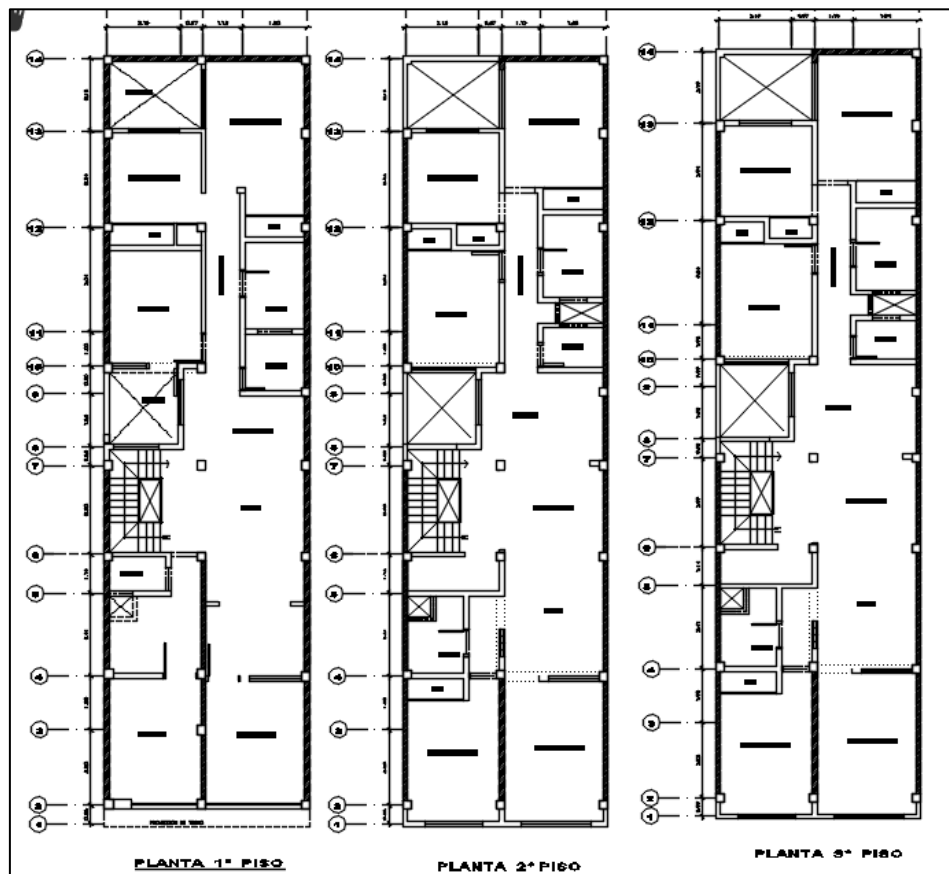
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.014589	1.240
2	SDX Max	0.009694	0.824
1	SDX Max	0.007871	0.669

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.00328	0.246
2	SDY Max	0.00288	0.216
1	SDY Max	0.00268	0.201

➤ Vivienda N°6

VIVIENDA 6	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle S/N
MANZANA:	K
LOTE:	19



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	22.50
A	6.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	53.32 %	Hay irregularidad
Y	12.35 %	No hay irregularidad

→ Por lo tanto, la vivienda N° 6 es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta tipica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.012	<	0.027	No cumple
Y	0.044	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 6 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	X (tn)	Y(tn)
6	180.63	162.56	145.24	146.93	162.57	146.93



- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			0.85 * R	
3	SDX Max	0.0016807	0.0014286	CUMPLE
2	SDX Max	0.0067133	0.0057063	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.0060635	0.0051540	<b>NO CUMPLE</b>

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			0.75 * R	
3	SDY Max	0.000264	0.0003285	CUMPLE
2	SDY Max	0.000384	0.0005400	CUMPLE
1	SDYMax	0.001743	0.0006413	CUMPLE

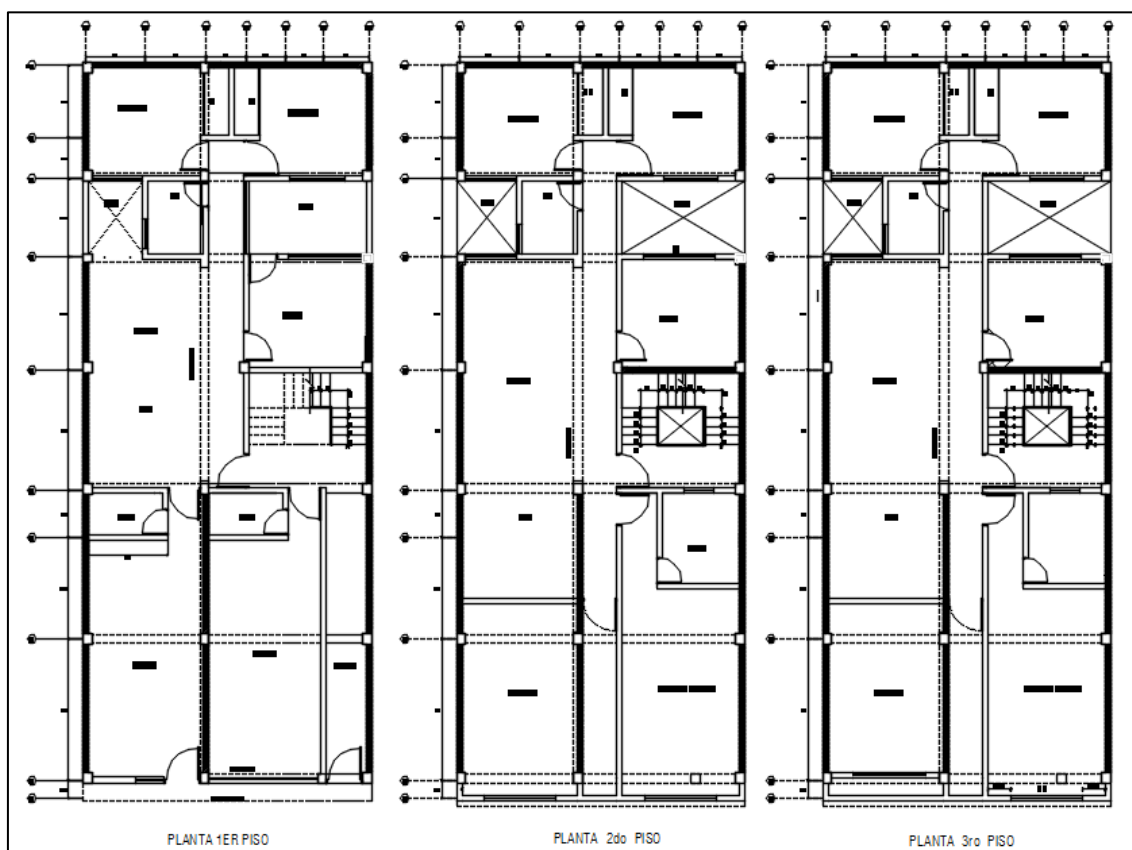
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			0.85 * R (cm)
3	SDX Max	0.0084	0.711
2	SDX Max	0.0036	0.306
1	SDX Max	0.0355	3.015

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			0.75 * R (cm)
3	SDY Max	0.0052	0.393
2	SDY Max	0.0019	0.145
1	SDY Max	0.0024	0.179

➤ Vivienda N°7

VIVIENDA 7	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle S/N
MANZANA:	K
LOTE:	11



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.50
A	8.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	0.00 %	No hay irregularidad
Y	0.00 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 7 no cuenta con esquina entrante, por lo tanto es regular

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0085	<	0.027	No cumple
Y	0.055	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 7 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
7	171.75	171.75	153.96	150.85	154.58	150.85

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0008415	0.0007153	CUMPLE
2	SDX Max	0.0012533	0.0010653	CUMPLE
1	SDX Max	0.0025875	0.0021994	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.0005911	0.0004433	CUMPLE
2	SDY Max	0.0008491	0.0006368	CUMPLE
1	SDYMax	0.0008671	0.0006503	CUMPLE

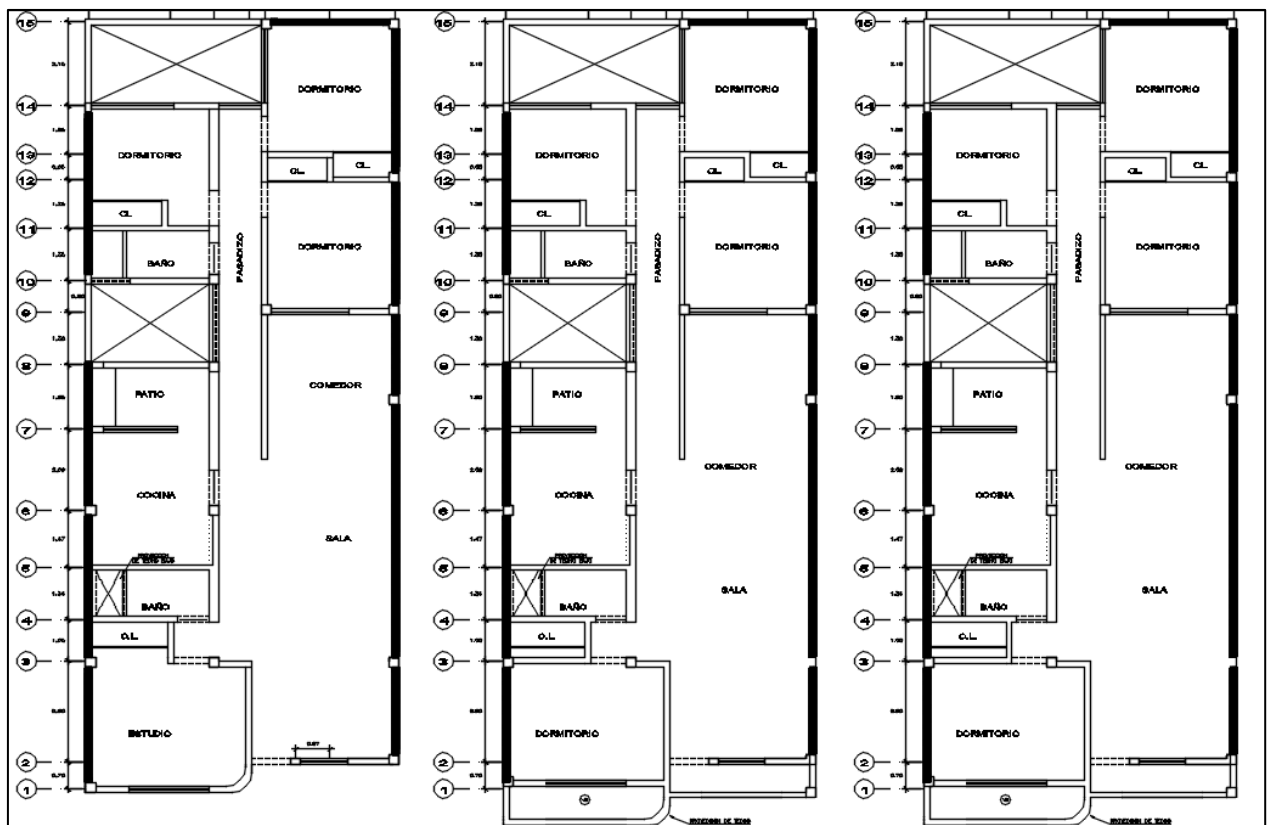
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0128	1.090
2	SDX Max	0.0138	1.171
1	SDX Max	0.0081	0.685

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0038	0.284
2	SDY Max	0.0027	0.201
1	SDY Max	0.0014	0.104

➤ Vivienda N° 8

VIVIENDA 8	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle 25
MANZANA:	P
LOTE:	8



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.63
A	8.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	45.00 %	Hay irregularidad
Y	12.27 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 8 es irregular en planta  $I_p=0.9$ .

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum L_{xt}}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0120	<	0.027	No cumple
Y	0.0348	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 8 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
8	194.78	175.31	156.51	158.14	175.31	158.14

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0014647	0.0012450	CUMPLE
2	SDX Max	0.0075441	0.0064125	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.0017731	0.0015071	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.0005011	0.0003758	CUMPLE
2	SDY Max	0.0008131	0.0006098	CUMPLE
1	SDYMax	0.000834	0.0006255	CUMPLE

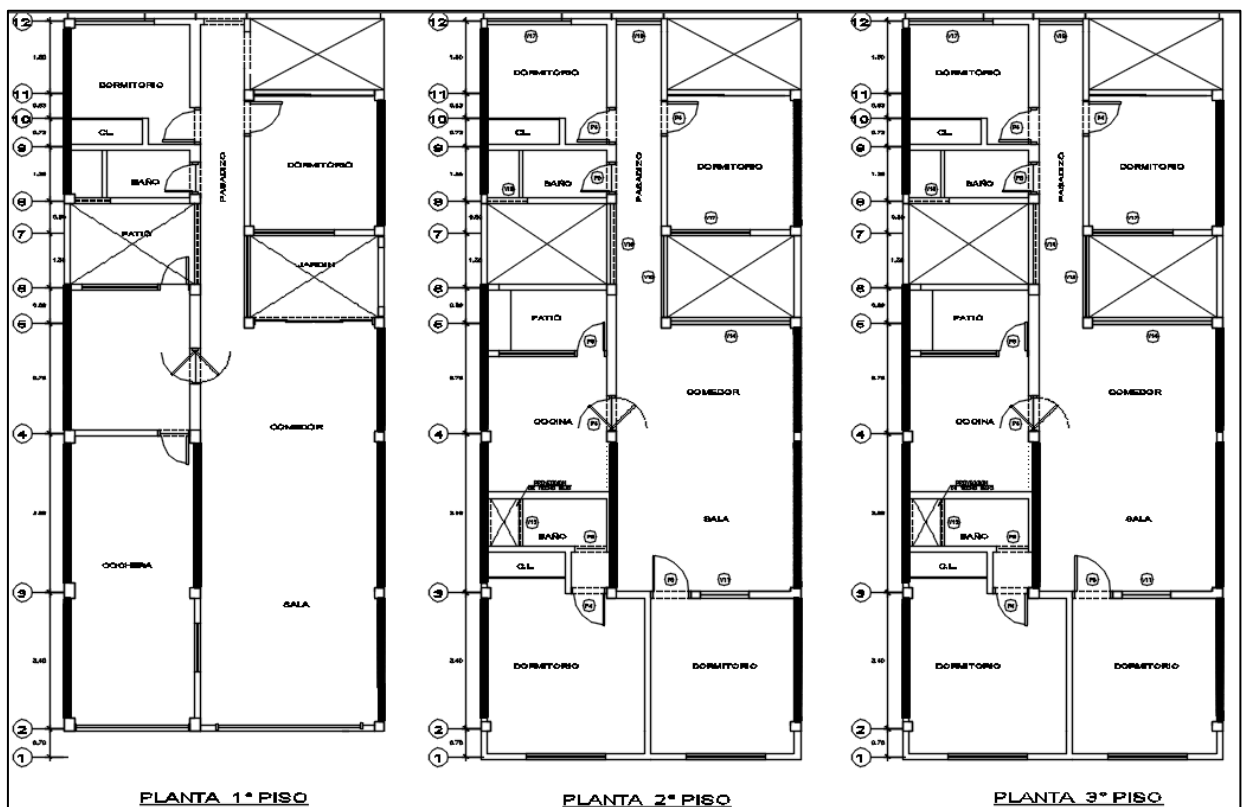
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0393	3.341
2	SDX Max	0.0081	0.691
1	SDX Max	0.0089	0.757

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0037	0.279
2	SDY Max	0.0052	0.393
1	SDY Max	0.0041	0.309

➤ Vivienda N° 9

VIVIENDA 9	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle 25
MANZANA:	O
LOTE:	1



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	18.48
A	7.93



$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	41.88 %	Hay irregularidad
Y	14.18 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 9 es irregular en planta  $I_p=0.9$ .

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum L_{xt}}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0094	<	0.027	No cumple
Y	0.0357	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 9 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
9	172.66	155.39	144.93	137.36	155.39	137.36

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0005256	0.0004468	CUMPLE
2	SDX Max	0.0012706	0.0010800	CUMPLE
1	SDX Max	0.0012865	0.0010935	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.0003031	0.0002273	CUMPLE
2	SDY Max	0.0004471	0.0003353	CUMPLE
1	SDYMax	0.003012	0.0022590	CUMPLE

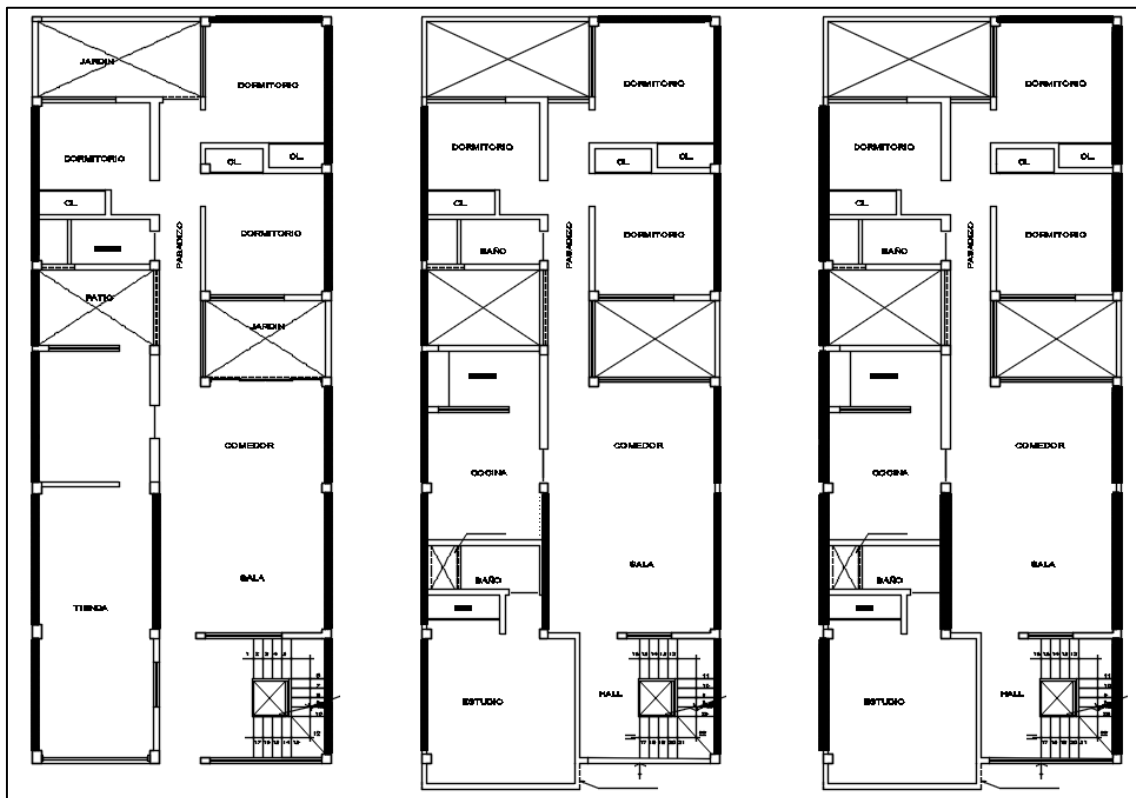
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0041	0.345
2	SDX Max	0.0036	0.306
1	SDX Max	0.0128	1.090

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0014	0.104
2	SDY Max	0.0012	0.092
1	SDY Max	0.0024	0.180

➤ Vivienda N° 10

VIVIENDA 10	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle 25
MANZANA:	O
LOTE:	15



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	25.48
A	7.90

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	50.25 %	Hay irregularidad
Y	10.82 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 10 es irregular en planta  $I_p=0.9$ .

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum L_{xt}}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0024	<	0.027	No cumple
Y	0.0480	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 10 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	X (tn)	Y(tn)
10	839.91	889.39	682.77	692.57	755.92	692.57

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0049455	0.0042037	CUMPLE
2	SDX Max	0.0076973	0.0065427	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.01035	0.0087975	<b>NO CUMPLE</b>

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.0019531	0.0014648	CUMPLE
2	SDY Max	0.004374	0.0032805	CUMPLE
1	SDYMax	0.004176	0.0031320	CUMPLE

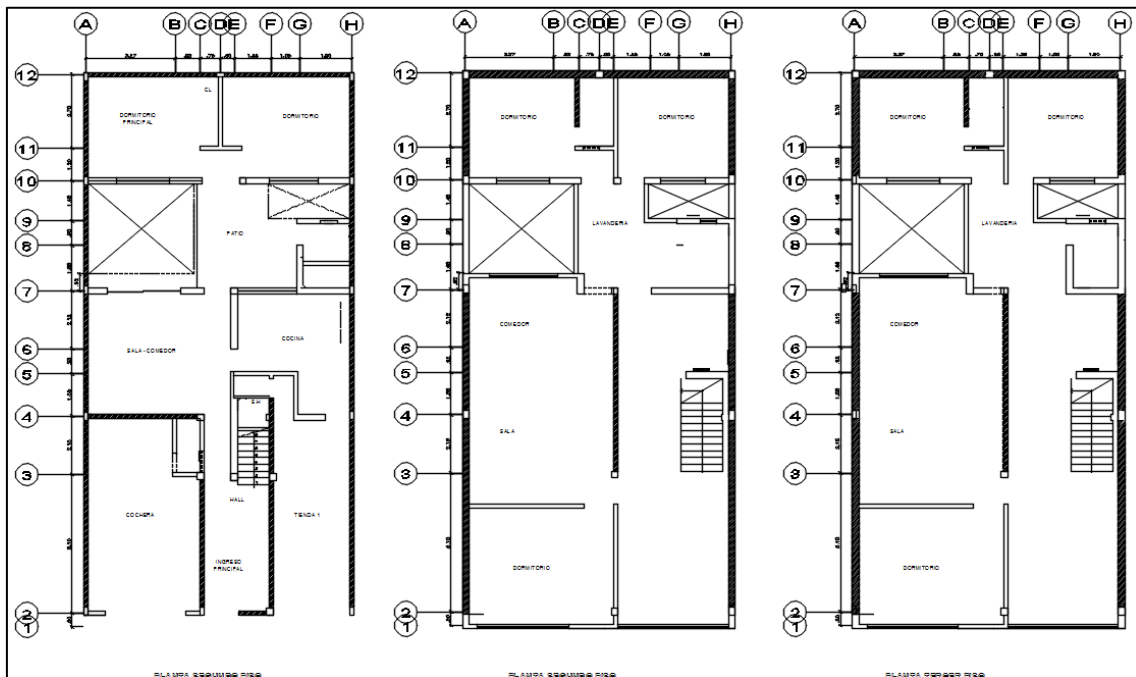
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0074	0.627
2	SDX Max	0.0081	0.685
1	SDX Max	0.0036	0.310

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0027	0.204
2	SDY Max	0.0026	0.192
1	SDY Max	0.0052	0.393

➤ Vivienda N° 11

VIVIENDA 11	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle 13
MANZANA:	Q'
LOTE:	3



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.47
A	9.90

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	0.00 %	Hay irregularidad
Y	0.00 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 11, no presenta esquinas entrante, por lo tanto es regular .

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0145	<	0.027	No cumple
Y	0.0290	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 12 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
11	185.71	185.71	129.37	165.22	167.14	165.22

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0032612	0.0027720	CUMPLE
2	SDX Max	0.0024068	0.0020458	CUMPLE
1	SDX Max	0.0033512	0.0028485	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.000876	0.0006570	CUMPLE
2	SDY Max	0.00123	0.0009225	CUMPLE
1	SDYMax	0.0011251	0.0008438	CUMPLE

- **Desplazamientos**

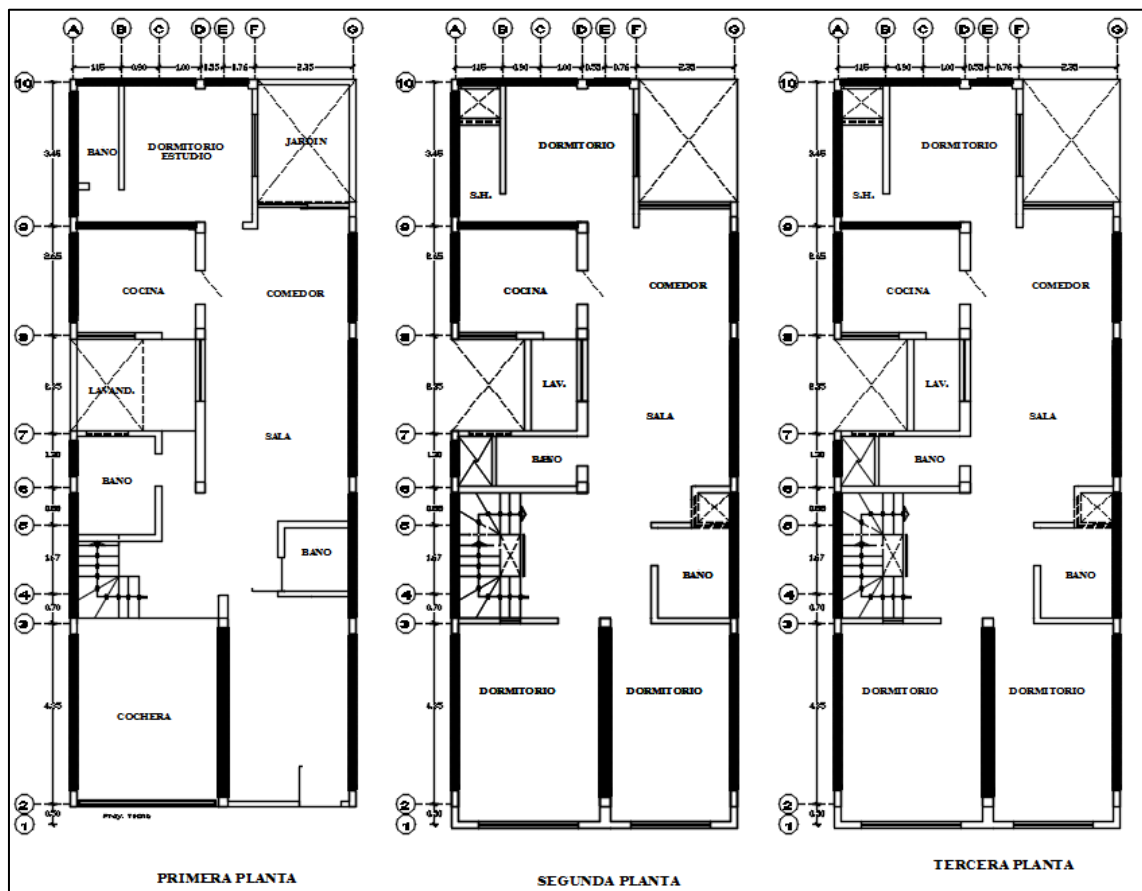
Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0326	2.774
2	SDX Max	0.0126	1.072
1	SDX Max	0.0111	0.945

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0115	0.861
2	SDY Max	0.0038	0.284
1	SDY Max	0.0038	0.284



➤ Vivienda N° 12

VIVIENDA 12	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Av. Jose Benavides
MANZANA:	R
LOTE:	15



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	18.00
A	6.86

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	34.27 %	Hay irregularidad
Y	16.38 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 12, es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0210	<	0.027	No cumple
Y	0.045	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 12 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	X (tn)	Y(tn)
12	138.16	124.35	120.45	115.41	124.34	115.41

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			0.85 * R	
3	SDX Max	0.005634	0.0047889	CUMPLE
2	SDX Max	0.007884	0.0067014	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.0025291	0.0021497	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			0.75 * R	
3	SDY Max	0.001016	0.000762	CUMPLE
2	SDY Max	0.001424	0.001068	CUMPLE
1	SDYMax	0.0013641	0.0010231	CUMPLE

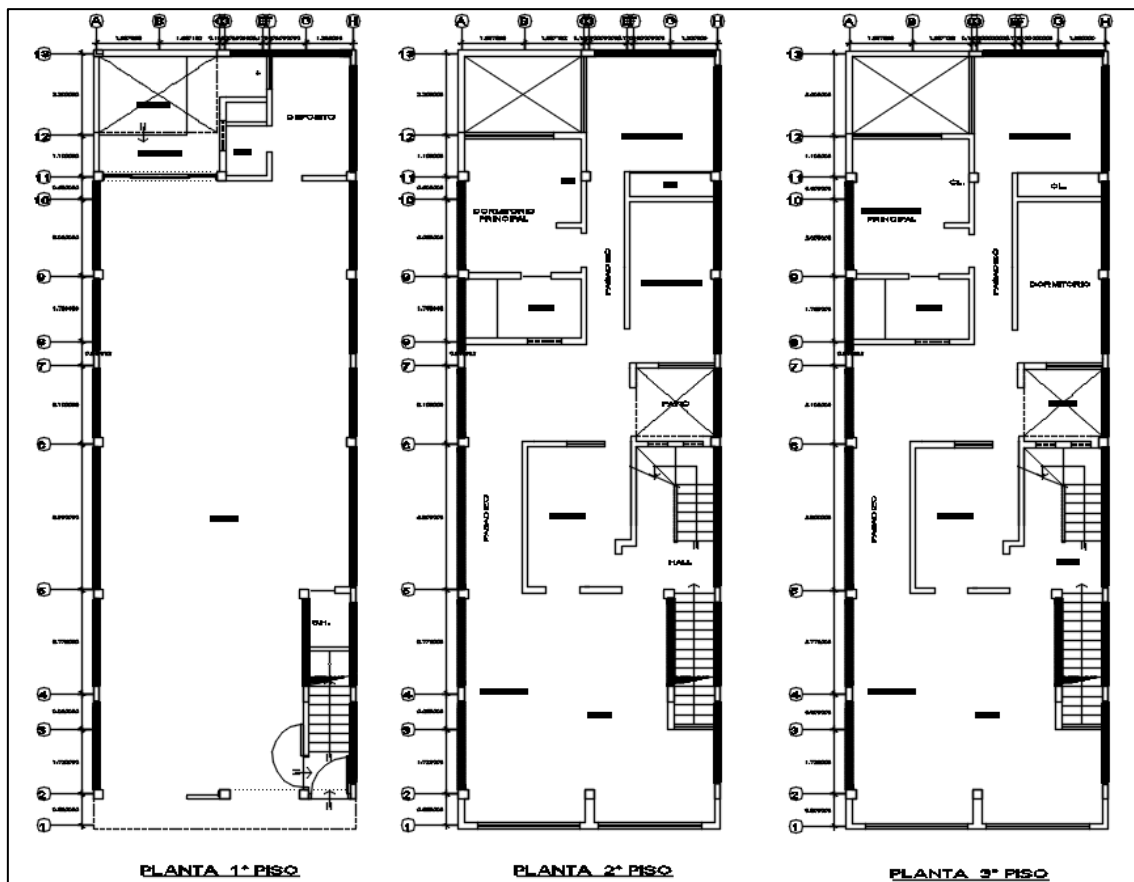
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			0.85 * R (cm)
3	SDX Max	0.0146	1.240
2	SDX Max	0.0079	0.669
1	SDX Max	0.0097	0.824

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			0.75 * R (cm)
3	SDY Max	0.0029	0.216
2	SDY Max	0.0027	0.201
1	SDY Max	0.0033	0.246

➤ Vivienda N° 13

VIVIENDA 13	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Av. Jose Benavides
MANZANA:	R
LOTE:	10



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.00
A	7.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	44.71 %	Hay irregularidad
Y	10.25 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 13, es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum L_{xt}}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0124	<	0.027	No cumple
Y	0.0545	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 13 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	X (tn)	Y(tn)
13	164.45	148.00	137.21	137.08	148.05	137.21

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0011993	0.0010194	CUMPLE
2	SDX Max	0.0020611	0.0017519	CUMPLE
1	SDX Max	0.0061538	0.0052307	<b>NO CUMPLE</b>

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.00048	0.0003600	CUMPLE
2	SDY Max	0.0007651	0.0005738	CUMPLE
1	SDYMax	0.001158	0.0008685	CUMPLE

- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0355	3.015
2	SDX Max	0.0084	0.711
1	SDX Max	0.0036	0.306

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0019	0.145
2	SDY Max	0.0052	0.393
1	SDY Max	0.0024	0.179

➤ Vivienda N° 14

VIVIENDA 14	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Av. Malvas
MANZANA:	U
LOTE:	13



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.00
A	7.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	0.00 %	No hay irregularidad
Y	0.00 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 14, no presenta esquinas entrantes, por lo tanto, es regular.

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0214	<	0.027	No cumple
Y	0.0564	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 14 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	X (tn)	Y(tn)
14	174.93	174.93	133.60	157.49	157.44	157.49



- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0008753	0.0007440	CUMPLE
2	SDX Max	0.002196	0.0018666	CUMPLE
1	SDX Max	0.0024751	0.0021038	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.0005251	0.0003938	CUMPLE
2	SDY Max	0.000894	0.0006705	CUMPLE
1	SDYMax	0.0008911	0.0006683	CUMPLE

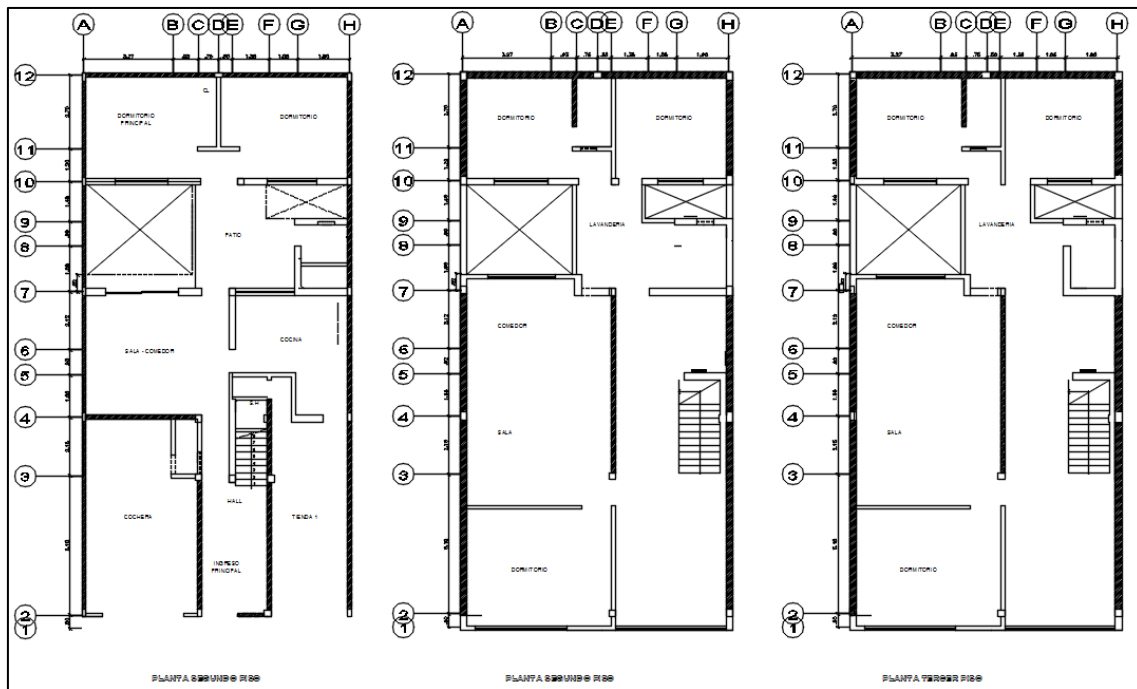
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0128	1.090
2	SDX Max	0.0138	1.171
1	SDX Max	0.0081	0.685

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0038	0.284
2	SDY Max	0.0014	0.104
1	SDY Max	0.0027	0.201

➤ Vivienda N° 15

VIVIENDA 15	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Av. Malvas
MANZANA:	U
LOTE:	21



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.45
A	9.90

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	0.00 %	No hay irregularidad
Y	0.00 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 15, no presenta esquinas entrantes, por lo tanto, es regular.

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0157	<	0.027	No cumple
Y	0.0493	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 15 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
15	201.52	201.52	152.80	180.78	181.37	180.78

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			0.85 * R	
3	SDX Max	0.0060205	0.0051174	<b>NO CUMPLE</b>
2	SDX Max	0.0068111	0.0057894	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.0027607	0.0023466	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			0.75 * R	
3	SDY Max	0.0006751	0.0005063	CUMPLE
2	SDY Max	0.001008	0.0007560	CUMPLE
1	SDYMax	0.0010411	0.0007808	CUMPLE

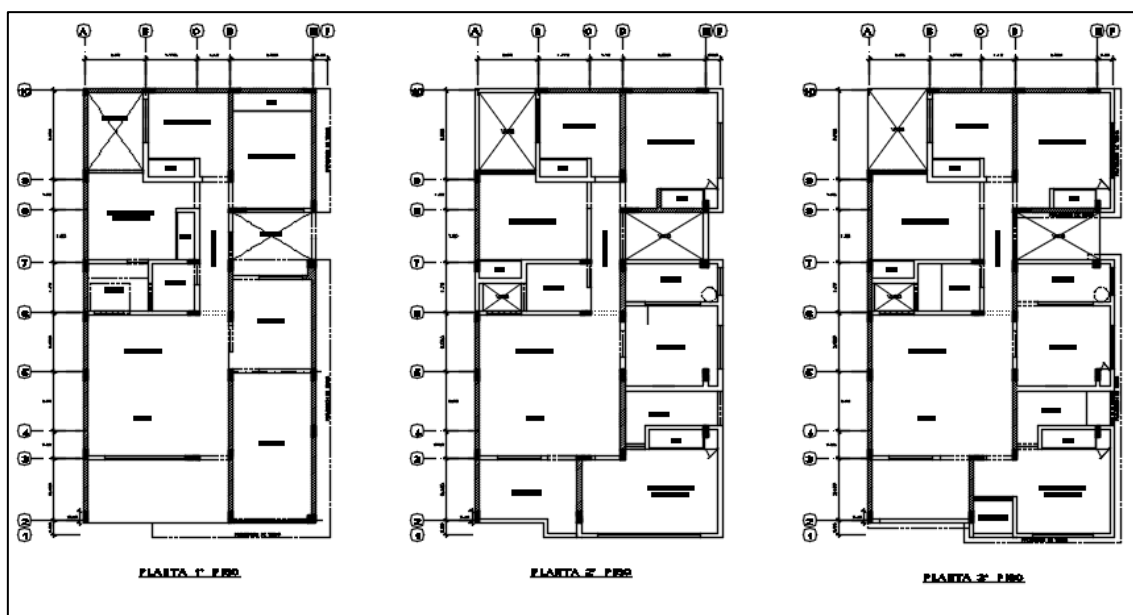
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			0.85 * R (cm)
3	SDX Max	0.0393	3.341
2	SDX Max	0.0084	0.715
1	SDX Max	0.0089	0.757

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			0.75 * R (cm)
3	SDY Max	0.0052	0.393
2	SDY Max	0.0041	0.309
1	SDY Max	0.0037	0.279

➤ Vivienda N°17

VIVIENDA 17	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle 23
MANZANA:	Q
LOTE:	19



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.00
A	7.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	45.46 %	Hay irregularidad
Y	11.25%	No hay irregularidad

→ Por lo tanto, la vivienda N° 17 es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0014	<	0.027	No cumple
Y	0.038	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 17 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
17	149.40	139.79	137.51	121.65	137.51	121.65

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0092472	0.0078601	<b>NO CUMPLE</b>
2	SDX Max	0.0068216	0.0057984	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.0007514	0.0006387	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.0007591	0.0005693	CUMPLE
2	SDY Max	0.0015031	0.0011273	CUMPLE
1	SDYMax	0.001104	0.0008280	CUMPLE

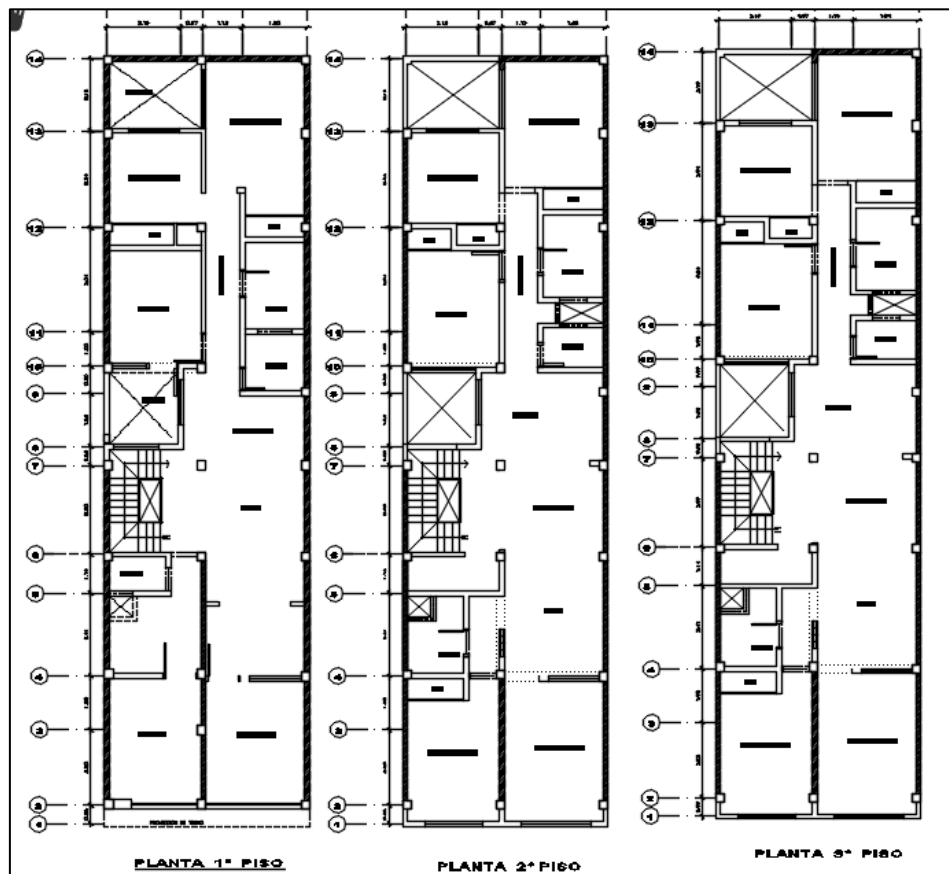
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0081	0.685
2	SDX Max	0.0074	0.627
1	SDX Max	0.0036	0.310

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0052	0.393
2	SDY Max	0.0027	0.204
1	SDY Max	0.0026	0.192

➤ Vivienda N°18

VIVIENDA 18	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle S/N
MANZANA:	K'
LOTE:	6



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	22.50
A	6.00



$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	53.32 %	Hay irregularidad
Y	12.35 %	No hay irregularidad

→ Por lo tanto, la vivienda N° 18 es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.012	<	0.027	No cumple
Y	0.044	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 18 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	V <sub>x</sub> (tn)	V <sub>y</sub> (tn)	X (tn)	Y(tn)
18	183.39	165.06	155.91	147.82	165.05	147.82

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0056115	0.0047698	CUMPLE
2	SDX Max	0.0078165	0.0066440	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.0129825	0.0110351	<b>NO CUMPLE</b>

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.000438	0.0003285	CUMPLE
2	SDY Max	0.00072	0.0005400	CUMPLE
1	SDYMax	0.0008551	0.0006413	CUMPLE

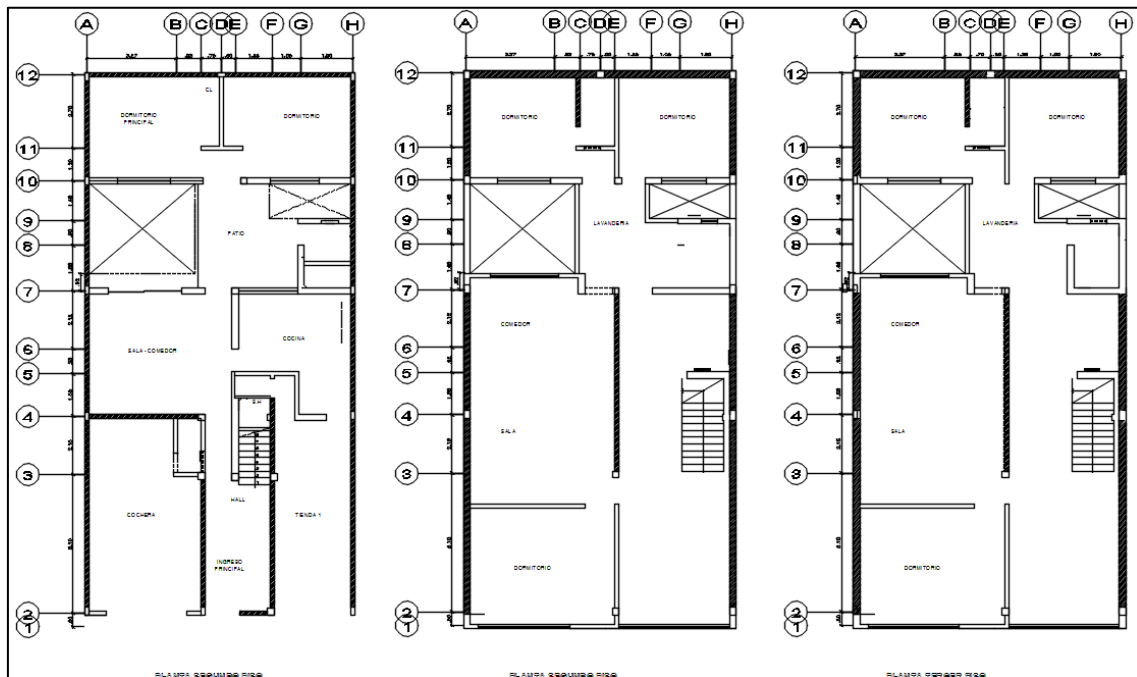
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0326	2.774
2	SDX Max	0.0126	1.072
1	SDX Max	0.0106	0.897

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0115	0.861
2	SDY Max	0.0038	0.284
1	SDY Max	0.0029	0.215

➤ Vivienda N° 19

VIVIENDA 19	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle 13
MANZANA:	R'
LOTE:	15



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.47
A	9.90

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	0.00 %	Hay irregularidad
Y	0.00 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 19, no presenta esquinas entrante, por lo tanto es regular .

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0145	<	0.027	No cumple
Y	0.0290	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 19 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
19	138.16	124.35	120.45	115.41	124.34	115.41

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			0.85 * R	
3	SDX Max	0.0016807	0.0014286	CUMPLE
2	SDX Max	0.0067133	0.0057063	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.0060635	0.0051540	<b>NO CUMPLE</b>

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			0.75 * R	
3	SDY Max	0.000876	0.0006570	CUMPLE
2	SDY Max	0.00123	0.0009225	CUMPLE
1	SDYMax	0.0011251	0.0008438	CUMPLE

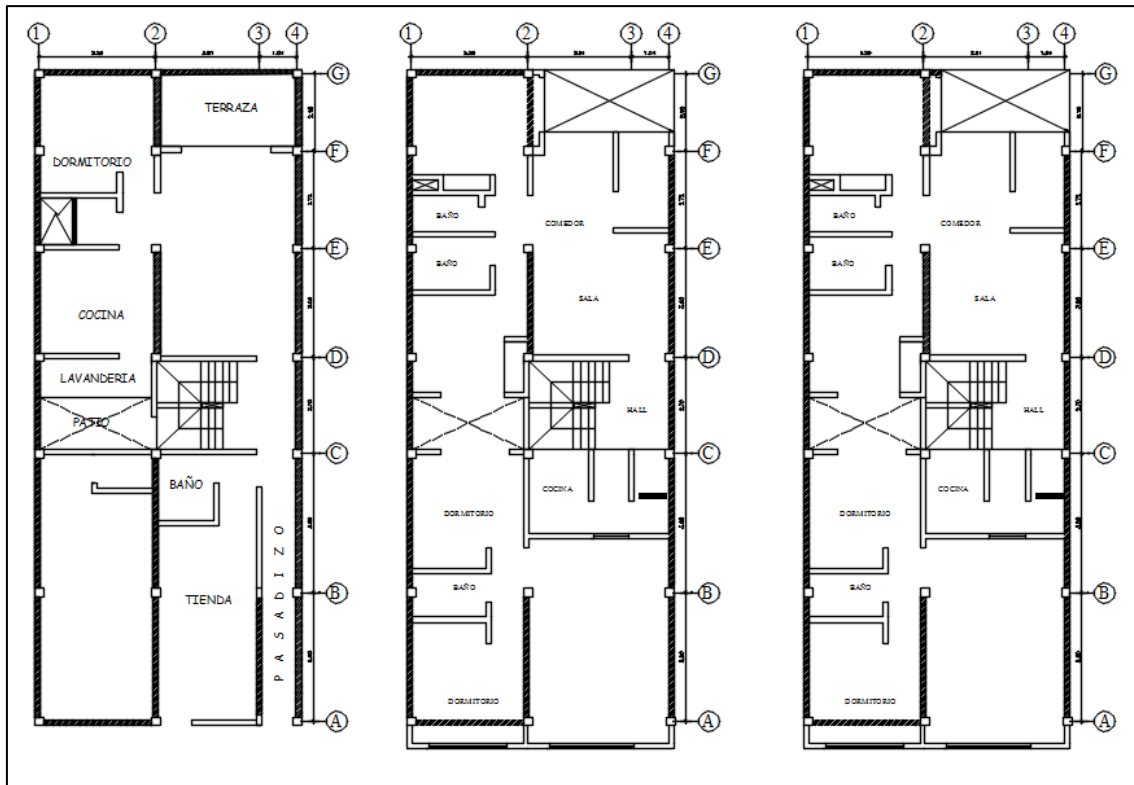
- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			0.85 * R (cm)
3	SDX Max	0.0146	1.240
2	SDX Max	0.0097	0.824
1	SDX Max	0.0079	0.669

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			0.75 * R (cm)
3	SDY Max	0.0033	0.246
2	SDY Max	0.0029	0.216
1	SDY Max	0.0027	0.201

➤ Vivienda N°20

VIVIENDA 20	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Calle S/N
MANZANA:	P
LOTE:	30



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	19.06
A	7.45

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	47.45 %	Hay irregularidad
Y	9.43 %	No hay irregularidad

→ Por lo tanto, la vivienda N° 20 es irregular en planta  $I_p=0.9$

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.019	<	0.027	No cumple
Y	0.053	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 20 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTATICO		SISMO DINAMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
20	164.09	147.68	132.44	147.06	147.68	147.06

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0011993	0.0010194	CUMPLE
2	SDX Max	0.0020611	0.0017519	CUMPLE
1	SDX Max	0.0061538	0.0052307	<b>NO CUMPLE</b>

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.0003031	0.0002273	CUMPLE
2	SDY Max	0.0004471	0.0003353	CUMPLE
1	SDYMax	0.003012	0.0022590	CUMPLE

- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0355	3.015
2	SDX Max	0.0084	0.711
1	SDX Max	0.0036	0.306

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0052	0.393
2	SDY Max	0.0024	0.179
1	SDY Max	0.0019	0.145



➤ Vivienda N° 21

VIVIENDA 21	
TIPO DE VIVIENDA:	Albañilería confinada
LUGAR:	Av. Malvas
MANZANA:	U
LOTE:	10



**Verificación de irregularidad:**

- Irregularidad en planta: **Esquinas entrantes**

	Dimensión(m)
L	20.00
A	7.00

$$\frac{\text{Longitud esquina entrante}}{\text{Longitud total}} * 100\% \geq 20\% \rightarrow \text{Hay irregularidad}$$

X	0.00 %	No hay irregularidad
Y	0.00 %	No hay irregularidad

→ La vivienda N° 21, no presenta esquinas entrantes, por lo tanto, es regular.

### Densidad de muros

$$\frac{\text{Area de Corte de los muros reforzados}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\sum Lxt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Factor de zona	0.45	Zona:4
Factor de suelo	S3=1.10	Suelo: Blando
Uso de edificación	1.0	Vivienda
N° de pisos	3	

	A corte		ZUSN/56	
X	0.0214	<	0.027	No cumple
Y	0.0564	>	0.027	Cumple

→ La vivienda N° 21 no cumple en la dirección X con la densidad de muros

### Análisis Estático y Dinámico

- Verificación de la cortante basal

N° vivienda	SISMO ESTÁTICO		SISMO DINÁMICO		CORTANTE DE DISEÑO	
	Vx (tn)	Vy (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	X (tn)	Y(tn)
21	162.39	146.15	155.18	119.97	146.15	119.97

- **Distorsión**

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Irregular	
			$0.85 * R$	
3	SDX Max	0.0014647	0.0012450	CUMPLE
2	SDX Max	0.0075441	0.0064125	<b>NO CUMPLE</b>
1	SDX Max	0.0017731	0.0015071	CUMPLE

Nivel	Caso de carga	Distorsión de entrepiso	Regular	
			$0.75 * R$	
3	SDY Max	0.0005251	0.0003938	CUMPLE
2	SDY Max	0.000894	0.0006705	CUMPLE
1	SDYMax	0.0008911	0.0006683	CUMPLE

- **Desplazamientos**

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Irregular
			$0.85 * R$ (cm)
3	SDX Max	0.0138	1.171
2	SDX Max	0.0128	1.090
1	SDX Max	0.0081	0.685

Nivel	Caso de carga	Desplazamiento (m)	Regular
			$0.75 * R$ (cm)
3	SDY Max	0.0038	0.284
2	SDY Max	0.0027	0.201
1	SDY Max	0.0014	0.104